

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-61972

(P2004-61972A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004. 2. 26)

(51) Int. Cl. ⁷

G09G 3/36
G02F 1/133
G09G 3/20

F I

G09G 3/36
G02F 1/133 545
G02F 1/133 575
G09G 3/20 611A
G09G 3/20 621G

テーマコード (参考)

2H093
5C006
5C080

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 37 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-221892 (P2002-221892)
(22) 出願日 平成14年7月30日 (2002. 7. 30)

(71) 出願人 000103747
オプトレックス株式会社
東京都荒川区東日暮里五丁目7番18号
(71) 出願人 000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
(74) 代理人 100103090
弁理士 岩壁 冬樹
(72) 発明者 一色 眞誠
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番
地 旭硝子株式会社内
(72) 発明者 高野 智弘
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番
地 旭硝子株式会社内

最終頁に続く

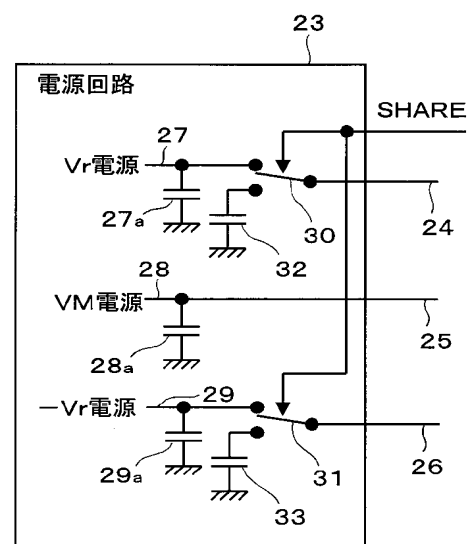
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置の駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶表示装置の駆動装置の消費電力を低減する。

【解決手段】 APTを採用して駆動する場合、電源回路23は、入力される信号(SHARE)に応じて V_r 配線24および $-V_r$ 配線26の接続先を切り替える。選択期間開始時には、 V_r 配線24と V_r 用コンデンサ32とを接続し、 V_r 用コンデンサ32から走査電極に電荷を供給する。その後 V_r 配線24と電圧 V_r の出力端27とを接続し、選択行の電位を V_r にする。選択期間終了時に、再び V_r 配線24と V_r 用コンデンサ32とを接続し、選択行から移動する電荷を V_r 用コンデンサ32に蓄積する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の走査電極と複数の信号電極との間に液晶を挟持する液晶表示装置の駆動方法であって、

走査電極を選択しながら走査電極を走査し、

走査電極を選択する各選択期間毎に、選択期間中の最初の一定期間の間、選択した走査電極を所定のコンデンサに接続し、

前記一定期間経過後に前記走査電極の電位を選択時電位に設定し、

選択期間中の最後の一定期間の間、前記走査電極を前記コンデンサに接続し、

次の選択期間の開始時に前記走査電極の電位を非選択時電位に設定する

ことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

10

【請求項2】

走査電極を一本ずつ選択し、

選択した走査電極を第一の選択時電位または第二の選択時電位に設定し、

選択した走査電極を第一の選択時電位に設定する場合には、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極を第一の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、

選択した走査電極を第二の選択時電位に設定する場合には、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極を第二の選択時電位に対応するコンデンサに接続する

20

請求項1に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項3】

走査電極を一本ずつ選択し、

選択した走査電極を第一の選択時電位または第二の選択時電位に設定し、

選択した走査電極を第一の選択時電位に設定する場合には、他の走査電極を第一の非選択時電位に設定し、選択した走査電極を第二の選択時電位に設定する場合には、他の走査電極を第二の非選択時電位に設定し、

選択した走査電極を第一の選択時電位に設定する場合に、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極を所定のコンデンサに接続し、

30

選択した走査電極を第二の選択時電位に設定する場合にも、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極を前記コンデンサに接続する

請求項1に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項4】

同時に複数本の走査電極を選択し、

選択した各走査電極をそれぞれ第一の選択時電位と第二の選択時電位のいずれか一方の電位に設定し、

同時に複数の走査電極を選択する選択期間中の最初の一定期間の間、第一の選択時電位に設定すべき走査電極を第一の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、第二の選択時電位に設定すべき走査電極を第二の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、

40

選択期間中の最後の一定期間の間、第一の選択時電位に設定した走査電極を第一の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、第二の選択時電位に設定した走査電極を第二の選択時電位に対応するコンデンサに接続する

請求項1に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項5】

選択した一本の走査電極または同時に複数本を選択した場合におけるそれぞれの走査電極を選択期間の最初の一定期間中にコンデンサに接続する回数を一回とし、

選択した一本の走査電極または同時に複数本を選択した場合におけるそれぞれの走査電極を選択期間の最後の一定期間中にコンデンサに接続する回数を一回とする

50

請求項 1、2、3 または 4 に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 6】

選択期間の最初の一定期間中に、選択した走査電極を複数のコンデンサに順番に接続し、選択期間の最後の一定期間中に、選択した走査電極を前記複数のコンデンサに前記順番とは逆の順番に接続する

請求項 1、2、3 または 4 に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置の駆動方法に関し、特に消費電力を低減する液晶表示装置の駆動方法に関する。 10

【0002】

【従来の技術】

液晶表示装置は、マンマシンインタフェース用の表示装置として広く利用されている。例えば、軽量で薄型の表示装置を実現できるという特徴を活かして、PDA (Personal Digital Assistant) や携帯電話機等の表示装置として広く利用されている。

【0003】

複数の走査電極と、走査電極に直交するように配置される複数の信号電極との間に液晶を挟持する液晶表示装置の駆動方法として、走査電極を一つずつ選択して選択した走査電極に所定の電圧を印加する線順次駆動法がある。線順次駆動法には、非選択行の走査電極の電位を一定にするAPT (Address Plate Technique) や、一定周期で非選択行の走査電極の電位を変化させるIAPT (Improved APT) 等がある。また、線順次駆動法の他に、複数の走査電極を同時に選択する複数ライン同時選択法 (マルチラインアドレッシング法: MLA 法) もある。 20

【0004】

図17は、APTによって液晶表示装置を駆動する場合の駆動波形を示す。図17(a)～(c)は、それぞれ第L-1行、第L行、第L+1行の走査電極の電位の変化を示す。図17(d)は、一本の信号電極の電位の変化の例を示す。APTでは時間の経過に伴い、各走査電極を順次選択していく。そして、選択した走査電極に対して、所定の電圧 V_{r1} を供給する電源回路 (以下、 V_{r1} 電源回路と記す。) から電荷を供給し、電位を V_{r1} に設定する。また、他の走査電極に対して、 V_{r1} とは異なる所定の電圧 V_M を供給する電源回路 (以下、 V_M 電源回路と記す。) から電荷を供給し、電位を V_M に設定する。 30

【0005】

また、各信号電極の電位は、選択行の画素の表示データに応じて設定される。点灯させるべき画素が存在する信号電極の電位は V_{c1} に設定され、その画素には選択時に $V_{r1} - V_{c1}$ の電圧が印加される。点灯させるべき画素が存在しない信号電極の電位は V_{c2} に設定され、その画素には選択時に $V_{r1} - V_{c2}$ の電圧が印加される。この結果、選択行に所望の画像が表示される。ただし、電位 V_{c1} 、 V_{c2} は、 $(V_{c1} + V_{c2}) / 2 = V_M$ 、かつ、 $V_{c1} < V_M < V_{c2} < V_{r1}$ を満足するように定められる。 40

【0006】

また、選択した走査電極の電位と信号電極の電位との高低関係を一定周期毎に逆転させることが多い。選択した走査電極の電位が信号電極の電位より高くなるように駆動することを正極性駆動という。また、選択した走査電極の電位が信号電極の電位より低くなるように駆動することを負極性駆動という。正極性駆動から負極性駆動に切り替えた場合、選択した走査電極に対して、電圧 V_{r2} を供給する電源回路 (以下、 V_{r2} 電源回路と記す。) から電荷を供給し、電位を V_{r2} に設定する。ただし、電位 V_{r1} 、 V_{r2} は、 $(V_{r1} + V_{r2}) / 2 = V_M$ となるように定める。例えば、 $V_{r2} = -V_{r1}$ 、 $V_M = 0V$ とする。

【0007】

負極性駆動の場合、点灯させるべき画素が存在する信号電極の電位は V_{c2} に設定され、その画素には選択時に $V_{r2} - V_{c2}$ の電圧が印加される。点灯させるべき画素が存在しない信号電極の電位は V_{c1} に設定され、その画素には選択時に $V_{r2} - V_{c1}$ の電圧が印加される。

【0008】

図17に示す期間 T_r は、各走査電極の選択期間を示す。正極性の場合、第 $L-1$ 行の選択期間では、第 $L-1$ 行の走査電極の電位を V_{r1} に設定し、他の走査電極の電位を V_M に設定する。また、個々の走査電極は、対向する各信号電極とともにコンデンサを形成する。一本の走査電極と各信号電極とがなすコンデンサの静電容量を C_r とすると、第 $L-1$ 行の選択期間では、第 $L-1$ 行の走査電極と各信号電極との間の液晶層に $V_{r1} \cdot C_r$ の電荷が蓄えられる。なお、この電荷量は、各信号電極の電位の設定により変動する。ここでは、電位 V_{c1} の信号電極数と電位 V_{c2} の信号電極数とが同数であり、各信号電極の平均電位が V_M ($0V$) になるものとして説明する。第 $L-1$ 行の選択期間が終了し、第 L 行の選択期間が開始すると、第 $L-1$ 行の走査電極の電位は、 V_M 電源回路によって V_M に設定される。このとき、第 $L-1$ 行の走査電極と各信号電極との間の液晶層は、 V_M 電源回路に $(V_{r1} - V_M) \cdot C_r$ の電荷を放電する。一方、第 L 行の走査電極と各信号電極との間の液晶層は V_{r1} 電源回路によって充電され、蓄積する電荷は $(V_{r1} - V_M) \cdot C_r$ だけ増加する。そして、第 L 行の走査電極の電位は V_M から V_{r1} に変化する。選択行を第 L 行から第 $L+1$ 行に切り替える場合の電荷の変化も同様である。このように、各走査電極を選択しながら選択した走査電極の電位を V_{r1} とし、他の走査電極の電位を V_M としていく。ここでは正極性駆動を例に説明したが、負極性駆動であっても同様である。

【0009】

なお、IAPTでは、正極性駆動と負極性駆動とで、非選択行の走査電極の電位を変化させる。また、MLAでは、複数本の走査電極を同時に選択し、選択した各走査電極の電位をそれぞれ所定の電位に設定する。例えば、四本の走査電極を同時に選択し、各走査電極の電位を設定する。続いて、別の四本の走査電極を同時に選択し、それぞれの電位を設定していく。

【0010】

図17に示すような従来のAPTでは、選択行を切り替えるときに、それまで選択していた走査電極と各走査電極との間の液晶層は $(V_{r1} - V_M) \cdot C_r$ の電荷を V_M 電源回路に放電する。走査電極から放電された電荷は何ら利用されない。このことは、IAPTやMLAの場合でも同様である。

【0011】

そこで、走査電極から放電される電荷を有効に利用して消費電力を低減する容量性表示装置の駆動方法やLCDドライバが提案されている。例えば、特開2001-312257公報には、走査電極を、前回の充電時に充電した電圧と逆極性の電圧で充電するように駆動するときには、一旦、中間の電位に充放電する駆動方法が記載されている。特開2002-91387公報には、MLAを採用するLCDドライバであって、選択する走査電極のブロック（サブグループ）を切り替えるときに、選択しているブロックとこれから選択するブロックの対応する走査電極同士を短絡させるLCDドライバが記載されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特開2001-312257公報に記載の駆動方法では、前回の充電時に充電した電圧と逆極性の電圧で走査電極を充電する場合にしか、走査電極から放電される電荷を再利用することができない。そのため、走査電極を、前回の充電時と逆極性の電圧で充電する頻度が少ない場合には、消費電力の低減効果が少ないという問題がある。例えば、図17に示す場合において、正極性駆動を行っている期間では選択行の電位を V_{r1} から V_M にし、次の選択行の電位を V_M から V_{r1} にするときに電荷を再利用することはできない。

10

20

30

40

50

【0013】

また、特開2002-91387公報に記載のLCDドライバでは、選択されたブロックに応じた電位に各信号電極が設定されているときに、選択されたブロックと次に選択されるブロックの走査電極同士を短絡させる。そのため、次に選択されるブロックの走査電極は、本来設定されるべき非選択時電位以外の電位となり、表示品位が低下するという問題がある。

【0014】

また、選択されたブロックと次のブロックの対応する走査電極同士を短絡させると、かえって消費電力が大きくなってしまうこともある。例えば、選択中のブロックの第一行走査電極が電位 V_r に設定されているとする。この時点で、次に選択すべきブロックの第一行走査電極の電位は0Vである。そして、第一番目の走査電極同士を短絡させると各走査電極の電位は $V_r/2$ となる。次のブロックの選択時に、そのブロックの第一行走査電極の電位を $-V_r$ に設定すべき場合には、 $V_r/2$ から $-V_r$ に充電しなければならず、0Vから $-V_r$ に充電するときよりもかえって消費電力が大きくなってしまう。

【0015】

そこで本発明は、表示品位を低下させずに電荷の再利用効率を高め、消費電力をより低減できるようにすることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の態様1は、複数の走査電極と複数の信号電極との間に液晶を挟持する液晶表示装置の駆動方法であって、走査電極を選択しながら走査電極を走査し、走査電極を選択する各選択期間毎に、選択期間中の最初の一定期間の間、選択した走査電極を所定のコンデンサに接続し、その一定期間経過後に走査電極の電位を選択時電位に設定し、選択期間中の最後の一定期間の間、その走査電極をコンデンサに接続し、次の選択期間の開始時にその走査電極の電位を非選択時電位に設定することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法を提供する。

【0017】

本発明の態様2は、走査電極を一本ずつ選択し、選択した走査電極を第一の選択時電位または第二の選択時電位に設定し、選択した走査電極を第一の選択時電位に設定する場合には、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極を第一の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、選択した走査電極を第二の選択時電位に設定する場合には、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極を第二の選択時電位に対応するコンデンサに接続する液晶表示装置の駆動方法を提供する。

【0018】

本発明の態様3は、走査電極を一本ずつ選択し、選択した走査電極を第一の選択時電位または第二の選択時電位に設定し、選択した走査電極を第一の選択時電位に設定する場合には、他の走査電極を第一の非選択時電位に設定し、選択した走査電極を第二の選択時電位に設定する場合には、他の走査電極を第二の非選択時電位に設定し、選択した走査電極を第一の選択時電位に設定する場合には、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極を所定のコンデンサに接続し、選択した走査電極を第二の選択時電位に設定する場合にも、選択期間中の最初の一定期間の間および選択期間中の最後の一定期間の間、選択した走査電極をそのコンデンサに接続する液晶表示装置の駆動方法を提供する。

【0019】

本発明の態様4は、同時に複数本の走査電極を選択し、選択した各走査電極をそれぞれ第一の選択時電位と第二の選択時電位のいずれか一方の電位に設定し、同時に複数の走査電極を選択する選択期間中の最初の一定期間の間、第一の選択時電位に設定すべき走査電極を第一の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、第二の選択時電位に設定すべき走査電極を第二の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、選択期間中の最後の一定期間の

10

20

30

40

50

間、第一の選択時電位に設定した走査電極を第一の選択時電位に対応するコンデンサに接続し、第二の選択時電位に設定した走査電極を第二の選択時電位に対応するコンデンサに接続する液晶表示装置の駆動方法を提供する。

【0020】

本発明の態様5は、選択した一本の走査電極または同時に複数本を選択した場合におけるそれぞれの走査電極を選択期間の最初の一定期間中にコンデンサに接続する回数を一回とし、選択した一本の走査電極または同時に複数本を選択した場合におけるそれぞれの走査電極を選択期間の最後の一定期間中にコンデンサに接続する回数を一回とする液晶表示装置の駆動方法を提供する。

【0021】

本発明の態様6は、選択期間の最初の一定期間中に、選択した走査電極を複数のコンデンサに順番に接続し、選択期間の最後の一定期間中に、選択した走査電極を複数のコンデンサに先の順番とは逆の順番に接続する液晶表示装置の駆動方法を提供する。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【実施の形態1】第一の実施の形態について説明する。第一の実施の形態では、APTまたはMLAを採用する。まず、APTを採用する場合について説明する。図1は、APTを採用する場合の液晶表示装置の駆動装置の例を示すブロック図である。液晶セル1は、複数の走査電極と複数の信号電極との間に液晶を備える。各走査電極と各信号電極は互いに直交するように配置される。

【0023】

走査電極ドライバ2および信号電極ドライバ3は、それぞれ複数の電圧出力端子を有する。液晶セル1の個々の走査電極は、走査電極ドライバ2の個々の電圧出力端子と一対一に接続される。液晶セル1の個々の信号電極は、信号電極ドライバ3の個々の電圧出力端子と一対一に接続される。

【0024】

走査電極ドライバ2は、走査電極を選択しながら全ての走査電極を走査するように液晶セル1を駆動する。APTを採用する場合、選択した一本の走査電極を所定の電位に設定し、非選択行の走査電極の電位を V_M （非選択時電位）に設定する。ここでは、 $V_M = 0V$ であり、正極性駆動時において選択する走査電極を電位 V_r （第一の選択時電位）に設定し、負極性駆動時において選択する走査電極を電位 $-V_r$ （第二の選択時電位）に設定する場合を例に説明する。

【0025】

信号電極ドライバ3は、一本の走査電極の選択期間中、各信号電極の電位を、選択行の画素の表示データに応じた電位に設定する。正極性駆動時において信号電極ドライバ3は、選択行の画素のうち点灯させるべき画素が存在する信号電極の電位を $-V_c$ に設定し、点灯させるべき画素が存在しない信号電極の電位を V_c に設定する。負極性駆動時において信号電極ドライバ3は、選択行の画素のうち点灯させるべき画素が存在する信号電極の電位を V_c に設定し、点灯させるべき画素が存在しない信号電極の電位を $-V_c$ に設定する。ただし、 $-V_r < -V_c < V_M < V_c < V_r$ を満足しているものとする。

【0026】

電源回路23は、走査電極ドライバ2に、電圧 V_r 、 V_M （ $0V$ ）、 $-V_r$ を供給する。 V_r 配線24、 V_M 配線25および $-V_r$ 配線26は、それぞれ電圧 V_r 、 V_M 、 $-V_r$ を走査電極ドライバ2に供給するための配線である。また、電源回路23は、信号電極ドライバ3に電圧 V_c 、 $-V_c$ を供給する。なお、図1では、信号電極ドライバ3に電圧を供給するための配線を一本に簡略化して示した。図2は電源回路23の例を示す説明図である。電源回路23は、電圧 V_r の出力端27と、電圧 V_M の出力端28と、電圧 $-V_r$ の出力端29とを備える。また、電圧 V_c 、 $-V_c$ の出力端も備えるが、図2では図示を省略した。

10

20

30

40

50

【0027】

各電圧の出力端 27、28、29には、それぞれ出力電圧を安定させるためのコンデンサ 27_a、28_a、29_aが設けられる。また、電源回路 23は、電圧 V_r の出力端 27に対応する V_r 用コンデンサ（第一の選択時電位に対応するコンデンサ）32と V_r 用スイッチ 30とを備える。同様に、電圧 $-V_r$ の出力端 29に対応する $-V_r$ 用コンデンサ（第二の選択時電位に対応するコンデンサ）33と $-V_r$ 用スイッチ 31とを備える。

【0028】

電源回路 23には、 V_r 用スイッチ 30および $-V_r$ 用スイッチ 31の切り替えを制御する信号（以下、SHAREと記す。）がコントローラ 22から入力される。 V_r 用スイッチ 30は、SHAREに応じて V_r 配線 24の接続先を電圧 V_r の出力端 27または V_r 用コンデンサ 32に切り替える。同様に、 $-V_r$ 用スイッチ 31は、SHAREに応じて $-V_r$ 配線 26の接続先を電圧 $-V_r$ の出力端 29または $-V_r$ 用コンデンサ 33に切り替える。ここでは、SHAREがハイレベルのときに、 V_r 用配線 24と $-V_r$ 用配線 26の接続先をそれぞれ V_r 用コンデンサ 32、 $-V_r$ 用コンデンサ 33に切り替える場合を例に説明する。この場合、SHAREがローレベルになると、 V_r 用配線 24と $-V_r$ 用配線 26の接続先をそれぞれ V_r の出力端 27、 $-V_r$ の出力端 29に切り替える。なお、 V_M 配線 25は、電圧 V_M の出力端 28に接続される。

【0029】

V_r 用コンデンサ 32および $-V_r$ 用コンデンサ 33の静電容量 (C_0 とする。) は、一本の走査電極と各信号電極とが形成するコンデンサの静電容量 C_r の 10 倍以上であることが好ましい。さらに好ましくは 100 倍以上とする。 C_0 が C_r よりも十分大きいならば、時間が経過すると、 V_r 用コンデンサ 32のスイッチ側電極はほぼ一定の電位 ($V_r/2$) に収束する。同様に、 $-V_r$ 用コンデンサ 33のスイッチ側電極もほぼ一定の電位 ($-V_r/2$) に収束する。電位の収束値が $V_r/2$ 等になる理由については後述する。また、 C_0 が C_r よりも十分大きいと、 V_r 用スイッチ 30や $-V_r$ 用スイッチ 31によって V_r 用配線 24や $-V_r$ 用配線 26の接続先が切り替えられても、収束した電位はほとんど変化しない。以下の説明では、 V_r 用コンデンサ 32と $-V_r$ 用コンデンサ 33のスイッチ側電極がそれぞれ $V_r/2$ 、 $-V_r/2$ であるものとして説明する。

【0030】

メモリ 21は、各走査電極に対応する表示データを記憶する記憶領域と、コントローラ 22の制御に従って一行分の表示データ (Data) を信号電極ドライバ 3に出力する出力部（図示せず。）とを備える。コントローラ 22は、メモリ 21が出力すべき一行分のデータのアドレスを指定するメモリ制御信号をメモリ 21に出力する。メモリ 21が備える出力部は、メモリ制御信号によって指定されるアドレスに記憶する表示データを信号電極ドライバ 3への出力データ領域にコピーする。また、コントローラ 22は、選択する走査電極の切り換えを示すラッチパルスである CL（クロック信号）と、正極性駆動にすべきか負極性駆動にすべきかを指示する信号（以下、FRと記す。）を信号電極ドライバ 3に出力する。信号電極ドライバ 3は、メモリ 21の出力データ領域にコピーされた一行分の表示データを CLの入力タイミングに合わせて読み込む。そして、次の CLの入力時に、その表示データと FRとに応じて各信号電極の電位を設定する。

【0031】

コントローラ 22は、走査電極ドライバ 2に、CLと、FRと、1フレームの開始を示す FL M（ファーストラインマーカ）とを出力する。さらに、コントローラ 22は、電源回路 23に SHAREを出力する。コントローラ 22は、各選択期間における最初の所定期間の間、SHAREをハイレベルにする。また、コントローラ 22は、各選択期間における最後の所定期間の間も、SHAREをハイレベルにする。以下、各選択期間の最初と最後に SHAREをハイレベルにする期間を T_s と記す。

【0032】

走査電極ドライバ 2および信号電極ドライバ 3は、ある選択期間の開始時（CLが入力された時）における FRに基づいて、その選択期間において正極性駆動にするのか負極性駆

10

20

30

40

50

動にするのかを判断する。従って、コントローラ 22 は、C L を出力して新たな選択期間を開始するときに、その選択期間に応じた F R の出力を開始してから C L を出力する。なお、F R の切り替え周期（正極性駆動と負極性駆動の切り替え周期）は、選択期間以上である。

【0033】

図 3 は、走査電極ドライバ 2 の構成例を示す説明図である。走査電極ドライバ 2 は、 V_r 配線 24 に接続され電圧 V_r が供給される第一の配線 14 と、 V_M 配線 25 に接続され電圧 V_M が供給される第二の配線 15 と、 $-V_r$ 配線 26 に接続され電圧 $-V_r$ が供給される第三の配線 16 とを備える。各走査電極は第一の配線 14 から第三の配線 16 のいずれかに接続される。走査電極が接続される配線が切り替えられると、その走査電極の電位も切り替えられる。接続の切り替えは、各走査電極と一対一に対応するスイッチ 11 ~ 13 等によって行う。スイッチ 11 ~ 13 は、それぞれ第一行から第三行の走査電極に接続される。図 3 では、第一行から第三行に対応するスイッチを示すが、走査電極ドライバ 2 は各行に対応するスイッチを備える。

10

【0034】

走査電極ドライバ 2 は、正極性駆動と負極性駆動のいずれの場合であっても、非選択行に対応するスイッチによって、非選択行の走査電極を第二の配線 15 に接続し、その走査電極の電位を V_M に設定する。走査電極ドライバ 2 は、正極性駆動の場合、選択行に対応するスイッチによって、選択行の走査電極を第一の配線 14 に接続する。また、負極性駆動の場合、選択行に対応するスイッチによって、選択行の走査電極を第三の配線 16 に接続する。

20

【0035】

走査電極ドライバ 2 は、C L の入力回数をカウントするカウンタ（図示せず。）を備え、C L が入力される度にカウンタ値を 1 増加させる。走査電極ドライバ 2 は、カウンタ値に基づいて選択すべき走査電極を判断する。なお、カウンタは、F L M が入力されたときにカウンタ値を初期化する。走査電極ドライバ 2 は、F L M が入力されると初期化後のカウンタ値に基づいて第一行から選択していく。コントローラ 22 が F L M や C L を出力するタイミングは、1 フレーム毎に各走査電極が 1 回ずつ選択されるように定められる。また、既に述べたように、走査電極ドライバ 2 は、選択期間開始時における F R に基づいて正極性駆動か負極性駆動かを判断する。走査電極ドライバ 2 は、選択すべき走査電極や正極性駆動か負極性駆動かを判断し、スイッチにより各走査電極をいずれかの配線に接続する。

30

【0036】

図 4 は、駆動時にコントローラ 22 が信号を出力するタイミングと、その信号に応じた駆動波形の例を示す説明図である。ここでは、コントローラ 22 が正極性駆動を指示するときに F R をハイレベルにし、負極性駆動を指示するときに F R をローレベルにする場合を例に説明する。また、コントローラ 22 が 1 フレーム毎に F R のレベルを切り替える場合を例に説明する。走査電極ドライバ 2 は、F L M が入力されると、F L M に続いて入力される C L に応じて選択する走査電極を順次切り替える。C L が入力されてから、次の C L が入力されるまでの期間 T_r が、一つの走査電極の選択期間である。

40

【0037】

走査電極ドライバ 2 は、F L M に続いて最初に C L が入力されると、第一行の走査電極を選択する。また、C L 入力時における F R がハイレベルであるならば、正極性駆動を行うと判断する。従って、走査電極ドライバ 2 は、次に C L が入力されるまで、スイッチ 11 によって第一行の走査電極を第一の配線 14 に接続し、他の各スイッチによって非選択行の走査電極を第二の配線 15 に接続する。このとき、非選択行の走査電極は第二の配線 15 および V_M 配線 25 を介して電圧 V_M の出力端 28 に接続され、その走査電極の電位は V_M に設定される。

【0038】

信号電極ドライバ 3 は、選択期間中、第一行の表示データに応じて各信号電極の電位を V

50

。または $-V_c$ に設定する。ここでは、電位 V_c の信号電極の本数と電位 $-V_c$ の信号電極の本数とが等しく、各信号電極の平均電位が一定になるものとする。

【0039】

コントローラ 22 は、 CS を出力してから所定期間 T_s の間、 $SHARE$ をハイレベルにする。すると、電源回路 23 の V_r 用スイッチ 30 は V_r 配線 24 と V_r 用コンデンサ 32 とを接続する。従って、第一行の走査電極は第一の配線 14 および V_r 配線 24 を介して V_r 用コンデンサ 32 に接続される。その結果、第一行の走査電極は、 V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極と等電位 ($V_r / 2$) となる。 V_r 用コンデンサ 32 の静電容量 C_0 は C_r に比べ十分に大きいので、走査電極に電荷を供給しても V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

10

【0040】

所定期間 T_s の長さは、少なくとも一本の走査電極の時定数 (各走査電極の抵抗 R と C_r との積) の $1/2$ 以上に設定する。このように T_s を定めることによって、電荷が V_r 用コンデンサ 32 と走査電極との間を移動する時間を確保することができる。

【0041】

なお、 $SHARE$ がハイレベルの間、 $-V_r$ 用スイッチ 31 は $-V_r$ 配線 26 と $-V_r$ 用コンデンサ 33 とを接続する。しかし、走査電極ドライバ 2 は正極性駆動時に走査電極を第三の配線 16 に接続しない。そのため、正極性駆動時には、 $-V_r$ 用コンデンサ 33 は、各走査電極の電位に影響を及ぼさない。

【0042】

コントローラ 22 は、選択期間の開始から所定期間 T_s が経過すると、 $SHARE$ をローレベルにする。すると、電源回路 23 の V_r 用スイッチ 30 は V_r 配線 24 と電圧 V_r の出力端 27 とを接続する。従って、第一行の走査電極は第一の配線 14 および V_r 配線 24 を介して電圧 V_r の出力端 27 に接続され、第一行の走査電極の電位は V_r になる。

20

【0043】

コントローラ 22 は、選択期間における最後の所定期間 T_s の間、再び $SHARE$ をハイレベルにする。すると、電源回路 23 の V_r 用スイッチ 30 は V_r 配線 24 と V_r 用コンデンサ 32 とを接続する。このとき、第一行の走査電極から V_r 用コンデンサ 32 に電荷が移動し、第一行の走査電極は、 V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極と等電位 ($V_r / 2$) となる。 V_r 用コンデンサ 32 の静電容量 C_0 は C_r に比べ十分に大きいので、走査電極から電荷が移動しても V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

30

【0044】

コントローラ 22 は、次の選択期間の開始時に CS を出力する。走査電極ドライバ 2 は、この CS が入力されると、第二行のスイッチによって第二行の走査電極を第一の配線 14 に接続し、他の各スイッチによって他の走査電極を第二の配線 15 に接続する。この結果、第一行の走査電極は、第二の配線 15 および V_M 配線 25 を介して電圧 V_M の出力端 28 に接続される。そして、第一行の走査電極の電位は $V_r / 2$ から V_M に変化する。

【0045】

また、第二行以降を選択する場合も、コントローラ 22 および電源回路 23 は第一行選択時と同様に動作する。この結果、各選択期間の最初の所定期間 T_s で V_r 用コンデンサ 32 から選択行の走査電極に電荷を移動し、各選択期間の最後の所定期間 T_s で選択行の走査電極から V_r 用コンデンサに電荷を移動する過程を繰り返す。各選択期間の最初の所定期間 T_s の間に、選択した走査電極をコンデンサ (ここでは V_r 用コンデンサ 32) に接続する回数は一回である。また、各選択期間の最後の所定期間 T_s の間に、選択した走査電極をコンデンサに接続する回数も一回である。

40

【0046】

このような駆動方法によれば、新たに選択された走査電極は、まず V_r 用コンデンサ 32 に接続され、その走査電極の電位は V_M から $V_r / 2$ に変化する。このとき電圧 V_r の出力端 27 から電荷は供給されない。続いて、選択行の走査電極が電圧 V_r の出力端 27 に

50

接続されると、電源回路 23 は電圧 V_r の出力端 27 から $C_r \cdot V_r / 2$ の電荷を供給し、選択行の走査電極の電位は V_r になる。このように電位 $V_r / 2$ の選択行に $C_r \cdot V_r / 2$ の電荷を供給して電位を V_r にすればよく、選択行の電位が V_M であるときに $C_r \cdot V_r$ の電荷を供給して選択行の電位を V_r にする必要はない。従って、電圧 V_r の出力端 27 から供給すべき電荷は半減する。

【0047】

また、選択期間の最後に、選択行の走査電極は V_r 用コンデンサ 32 に接続され、その走査電極の電位は V_r から $V_r / 2$ に変化する。このとき電圧 V_M の出力端 28 に電荷を放出することはない。この走査電極は、次の選択期間の開始時に電圧 V_M の出力端 28 に接続され、 $C_r \cdot V_r / 2$ の電荷を放出する。そして電位は V_M に変化する。このように電位 $V_r / 2$ の選択行から $C_r \cdot V_r / 2$ の電荷を放出して電位を V_M にすればよく、選択行の電位が V_r であるときに $C_r \cdot V_r$ の電荷を放出して選択行の電位を V_M にする必要はない。従って、電圧 V_M の出力端 28 に放出する電荷は減少する。

【0048】

ここでは、正極性駆動時を例に説明した。負極性駆動時における動作は、 $-V_r$ 用コンデンサ 33 と走査電極との間で電荷が移動する点以外は、正極性駆動時と同様である。すなわち、選択期間の最初の所定期間 T_s で、 $-V_r$ 用コンデンサ 33 は選択行の走査電極に電荷を供給し、選択行の電位を $-V_r / 2$ にする。その後、 $-V_r$ 電圧の出力端 29 から選択行の走査電極に電荷を供給し、選択行の電位を $-V_r$ にする。選択期間の最後の所定期間 T_s では、選択行の走査電極から $-V_r$ 用コンデンサ 33 に電荷を移動させ、選択行の電位を $-V_r / 2$ にする。選択期間が切り替わると、それまで選択していた走査電極から電圧 V_M の出力端 28 に電荷を移動させ、電位を $-V_r / 2$ から V_M に変化させる。

【0049】

第一の実施の形態の駆動方法によれば、選択期間 T_r の最後に、選択している走査電極から V_r 用コンデンサ 32 または $-V_r$ 用コンデンサ 33 に電荷を移動させる。そして、次に選択する走査電極に V_r 用コンデンサ 32 または $-V_r$ 用コンデンサ 33 から電荷を供給する。従って、選択行切替時に、それまで選択していた走査電極から電圧 V_M の出力端 28 に放出する電荷量や、電圧 V_r の出力端 27 から次に選択する走査電極に供給する電荷量を減少させることができる。また、供給すべき電荷量や放出される電荷量は、正極性駆動から負極性駆動に切り替えるときだけでなく、各選択期間において少なくても済む。従って、液晶表示装置を駆動する際の消費電力を低減することができる。また、非選択行の電位は V_M に保たれるので、非選択行の電位が変化して表示品位が低下することもない。

【0050】

次に、 V_r 用コンデンサ 32 および $-V_r$ 用コンデンサ 33 のスイッチ側電極の電位の収束値について説明する。ここでは、正極性駆動時に用いられる V_r 用コンデンサ 32 を例に説明する。SHARE がローレベルとなっている期間中におけるある時点で、 V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極の電位が V_g であるとする。この後、SHARE がハイレベルになったときにおける V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極の電位を V_h とする。SHARE がハイレベルの時、選択行の走査電極は V_r 用コンデンサ 32 に接続されるので、この走査電極の電位も V_h となる。このとき、以下の式 1 の関係が成立する。

【0051】

$$C_r \cdot V_h + C_0 \cdot V_h = C_r \cdot V_r + C_0 \cdot V_g \quad (\text{式 1})$$

【0052】

続いて、コントローラ 22 が CL を出力すると、それまで電位が $V_M (=0V)$ であった走査電極が V_r 用コンデンサ 32 に接続される。そして、接続された走査電極と V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極とが V_i になったとする。このとき、以下の式 2 の関係が成立する。

【0053】

$$C_r \cdot V_i + C_0 \cdot V_i = C_0 \cdot V_h \quad (\text{式 2})$$

【0054】

10

20

30

40

50

式 1 および式 2 から V_h を消去して V_i を求めると式 3 に示すようになる。

【0055】

$$V_i = (C_0 \cdot (C_r \cdot V_r + C_0 \cdot V_g)) / (C_r + C_0)^2 \quad (\text{式 3})$$

【0056】

式 3 を変形して以下の式 4 として表すことができる。

【0057】

$$V_i - \alpha = k \cdot (V_g - \alpha) \quad (\text{式 4})$$

【0058】

ただし、 α と k はそれぞれ式 5、式 6 に示すように表される。

【0059】

$$\alpha = (C_0 / (C_r + 2 \cdot C_0)) \cdot V_r \quad (\text{式 5})$$

【0060】

$$k = (C_0 / (C_r + C_0))^2 \quad (\text{式 6})$$

【0061】

この後、SHARE がローレベルになったときにも、 V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極の電位は V_i のままである。従って、SHARE がローレベルとなっている期間中におけるある時点から 1 つの選択期間が経過したときの、 V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極の電位の変化は式 4 で表される。よって、 n 個の選択期間が経過したときの電位 V_p は、以下の式 7 に示すようになる。

【0062】

$$V_p = k^{n-1} \cdot (V_g - \alpha) + \alpha \quad (\text{式 7})$$

【0063】

ここで n は自然数である。十分に時間が経過したときの電位は、式 7 において n を ∞ とおくことによって求めることができる。式 6 より $k < 1$ である。従って V_p は α に収束する。そして、 $C_r \ll C_0$ であるので、式 5 より $\alpha = V_r / 2$ とみなすことができる。従って、 V_r 用コンデンサ 32 のスイッチ側電極の電位は $V_r / 2$ に収束する。同様に、 $-V_r$ 用コンデンサ 33 のスイッチ側電極の電位も $-V_r / 2$ に収束する。

【0064】

次に、MLA を採用した場合について説明する。図 5 は、MLA を採用する場合の液晶表示装置の駆動装置の例を示すブロック図である。液晶セル 1 は、図 1 に示す液晶セルと同様である。走査電極ドライバ 42 および信号電極ドライバ 43 は、それぞれ複数の電圧出力端子を有する。液晶セル 1 の個々の走査電極は、走査電極ドライバ 42 の個々の電圧出力端子と一対一に接続される。液晶セル 1 の個々の信号電極は、信号電極ドライバ 43 の個々の電圧出力端子と一対一に接続される。

【0065】

走査電極ドライバ 42 は、同時に複数本の走査電極を選択する。同時に選択される走査電極のグループをサブグループ（またはブロック）という。走査電極ドライバ 42 は、サブグループを切り替えながら各走査電極を選択して液晶セル 1 を駆動する。走査電極ドライバ 42 は、サブグループ内の各走査電極の電位を定める L 行 K 列の選択行列の情報を保持する。 L は同時に選択する走査電極の本数である。以下、 $L=4$ の場合を例に説明する。図 6 は選択行列の例を示す。選択行列の各行はサブグループの各ラインに対応する。例えば、サブグループの第一番目のラインに対して、選択行列の第一行目の要素が適用される。また、コントローラ 41 は、選択行列の何列目の要素を適用すべきかを示す信号を走査電極ドライバ 42 に出力する。以下、この信号を「ROW (1:0)」と表す。例えば、ROW (1:0) が第二列を指定する場合、サブグループの第一番目から第四番目の走査電極に対して、それぞれ第二列の要素「1」、「-1」、「1」、「-1」が適用される。以下の説明では、走査電極ドライバ 42 は図 6 に示す選択行列の情報を保持しているものとする。

【0066】

図 6 に示す選択行列において、「1」は、正極性駆動時に電位を所定の電位 V_r （第一の

10

20

30

40

50

選択時電位)に設定し、負極性駆動時に電位を $-V_r$ (第二の選択時電位)に設定することとを意味する。また、「-1」は、正極性駆動時に電位を $-V_r$ に設定し、負極性駆動時に電位を V_r に設定することとを意味する。コントローラ41は、個々のサブグループに対して選択行列の各列を均等に指定するようにROW(1:0)を出力する。例えば、各サブグループを1回ずつ選択して再び第一番目のサブフレームから選択をやり直すときに、指定する列を切り替える。

【0067】

また、コントローラ41は、正極性駆動にすべきか負極性駆動にすべきかを示す信号FRと、第一番目のサブグループから選択をやり直すことを指示する信号(以下、PMと記す。)と、サブグループの切り替えを指示するクロック信号CLを走査電極ドライバ42に出力する。走査電極ドライバ42は、CLが入力されると選択するサブグループを切り替える。すなわち、CLが入力されてから、次のCLが入力されるまでの期間が、一つのサブグループの選択期間 T_r になる。また、走査電極ドライバ42は、CLの入力回数をカウントするカウンタを備え、CLが入力される度にカウンタ値を1増加させる。ただし、PMが入力された場合にはカウンタ値を初期化する。選択すべき各走査電極(サブグループ)は、カウンタ値から特定される。

【0068】

走査電極ドライバ42は、ある選択期間の開始時(CLが入力されたとき)におけるFRとROW(1:0)に基づいて、選択するサブグループ内の走査電極に設定すべき電位を決定する。従って、コントローラ41は、CLを出力して新たな選択期間を開始するときに、その選択期間に応じたFRおよびROW(1:0)の出力を開始してからCLを出力する。なお、FRの切り替え周期は、選択期間以上である。

【0069】

また、走査電極ドライバ42は、選択していないサブグループの走査電極を所定の電圧 V_M (非選択時電位)設定する。ここでは、 $V_M = 0V$ とする。

【0070】

メモリ46は、各走査電極に対応する表示データを記憶する記憶領域と、選択される複数行分の表示データ(Data)をMLA演算回路44に出力する出力部(図示せず。)とを備える。コントローラ41は、メモリ46が出力すべき複数行分のデータのアドレスを指定するメモリ制御信号をメモリ46に出力する。メモリ46が備える出力部は、メモリ制御信号によって指定されるアドレスに記憶する表示データをMLA演算回路44への出力データ領域にコピーする。

【0071】

MLA演算回路44は、予め選択行列を保持し、信号電極ドライバ43が各信号電極に設定すべき電圧のパターンを選択行列によって計算する。コントローラ41は、ROW(1:0)、FRおよびCLをMLA演算回路44に出力する。MLA演算回路44は、CLが入力されるタイミングで、メモリ46の出力データ領域から複数行分の表示データを読み込み、その表示データと、ROW(1:0)およびFRに基づいて、各信号電極に設定すべき電圧のパターンを計算する。MLA演算回路44は演算結果を信号電極ドライバ43に出力する。信号電極ドライバ43は、各選択期間において、この演算結果に応じて各信号電極の電位を設定する。

【0072】

一般にMLAでは、同時選択されるライン数をLとすると、信号電極の電位レベルの数は $L+1$ になる。4行同時選択の場合、電源回路45は、 $V_{10} \sim V_{14}$ の5種類の電圧を信号電極ドライバ43に供給する。また、電源回路45は、 V_r 配線24、 V_M 配線25および $-V_r$ 配線26を介して電圧 V_r 、 V_M 、 $-V_r$ を走査電極ドライバ42に出力する。電圧 V_r 、 V_M 、 $-V_r$ の出力端の構成は図2に示す場合と同様である。すなわち、電源回路45は、 V_r 用スイッチと V_r 用コンデンサとを電圧 V_r の出力端に備える。また、電圧 $-V_r$ の出力端にも同様にスイッチとコンデンサを備える。以下、図2を用いて電源回路45の動作を説明する。

10

20

30

40

50

【0073】

既に説明したように、 V_r 用コンデンサ 32 および $-V_r$ 用コンデンサ 33 の静電容量 C_0 は、 C_r よりも十分大きい。そして、 V_r 用コンデンサ 32 および $-V_r$ 用コンデンサ 33 のスイッチ側電極の電位はそれぞれ $V_r/2$ 、 $-V_r/2$ に収束し、ほとんど変化しない。

【0074】

コントローラ 41 は、 V_r 用スイッチ 30 および $-V_r$ 用スイッチ 31 の切り替えを制御する信号 SHARE を電源回路 45 に出力する。電源回路 45 は、SHARE に応じて V_r 用スイッチ 30 および $-V_r$ 用スイッチ 31 を切り替える。コントローラ 41 は、各選択期間 T_r の最初の所定期間 T_s と最後の所定期間 T_s の間、SHARE をハイレベルにする。この結果、電源回路 45 は、各選択期間において最初の所定期間 T_s と最後の所定期間 T_s の間、 V_r 用スイッチ 30 および $-V_r$ 用スイッチ 31 をそれぞれ V_r 用コンデンサ 32 や $-V_r$ 用コンデンサ 33 側に切り替える。

10

【0075】

走査電極ドライバ 42 の構成は、図 3 に示す構成と同様である。ただし、走査電極ドライバ 42 には、FR、PM、CL および ROW (1:0) が入力される。以下、図 3 を用いて走査電極ドライバ 42 の動作を説明する。走査電極ドライバ 42 は、PM が入力されると、PM に続いて入力される CL に応じてサブグループを順次切り替える。また、PM が入力された後、CL の入力回数をカウントする。

20

【0076】

走査電極ドライバ 42 は、CL が入力されると、非選択行の各スイッチによって非選択行の走査電極を第二の配線 15 に接続する。すると、非選択行の液晶層の電荷が放電され、非選択行の走査電極電位は V_M ($=0V$) になる。

【0077】

また、走査電極ドライバ 42 は、CL 入力時における FR および ROW (1:0) に基づいて、同時に選択する各走査電極のスイッチを第一の配線 14 または第三の配線 16 に切り替える。例えば、FR がハイレベル (正極性) であり、ROW (1:0) が第二列を指定しているとする。この場合、走査電極ドライバ 42 は、図 6 に示す選択行列の第二列の要素「1」、「-1」、「1」、「-1」に基づいて、サブグループの第一行から第四行までの各走査電極の電位を V_r 、 $-V_r$ 、 V_r 、 $-V_r$ に設定すべきと判断する。そして、サブグループの第一行および第三行に対応するスイッチにより、第一行および第三行の走査電極を第一の配線 14 に接続する。また、同様に第二行および第四行の走査電極を第三の配線 16 に接続する。

30

【0078】

コントローラ 41 は、CL を出力してから所定期間 T_s が経過するまで SHARE をハイレベルにする。このとき、電源回路 45 は、 V_r 用スイッチ 30 と $-V_r$ 用スイッチ 31 をそれぞれ V_r 用コンデンサ 32、 $-V_r$ 用コンデンサ 33 側に切り替える。すると、 V_r 用コンデンサ 32 は、サブグループの第一行および第三行の走査電極に電荷を供給し、その走査電極の電位を V_M から $V_r/2$ に変化させる。また、 $-V_r$ 用コンデンサ 33 は、第二行および第四行の走査電極に電荷を供給し、その走査電極の電位を V_M から $-V_r/2$ に変化させる。

40

【0079】

続いて、コントローラ 41 は SHARE をローレベルにする。このとき、電源回路 45 は、 V_r 用スイッチ 30 と $-V_r$ 用スイッチ 31 をそれぞれ電圧 V_r の出力端 27、電圧 $-V_r$ の出力端 29 側に切り替える。すると、電圧 V_r の出力端 27 は、第一行および第三行の走査電極に電荷を供給し、その走査電極の電位を $V_r/2$ から V_r に変化させる。また、電圧 $-V_r$ の出力端 29 は、第二行および第四行の走査電極に電荷を供給し、その走査電極の電位を $-V_r/2$ から $-V_r$ に変化させる。

【0080】

次に、コントローラ 41 は、選択期間の最後の所定期間 T_s の間、再び SHARE をハイ

50

レベルにする。すると、サブグループの第一行および第三行の走査電極は再び V_r 用コンデンサ 32 に接続される。そして、この走査電極の電荷が V_r 用コンデンサ 32 に移動し、走査電極の電位は V_r から $V_r / 2$ になる。また、第二行および第四行の走査電極は再び $-V_r$ 用コンデンサ 33 に接続される。この走査電極の電荷が $-V_r$ 用コンデンサ 33 に移動し、走査電極の電位は $-V_r$ から $-V_r / 2$ になる。

【0081】

コントローラ 41 が CL を出力すると、走査電極ドライバ 42 は、それまで選択していた 4 本の走査電極に対応するスイッチを第二の配線 15 に切り替える。すると、その 4 本の走査電極は電圧 V_M の出力端 28 に接続され、各走査電極の電位は $V_r / 2$ (または $-V_r / 2$) から V_M に変化する。

10

【0082】

各選択期間の最初の所定期間 T_S の間に、選択したそれぞれの走査電極をコンデンサ (V_r 用コンデンサ 32 または $-V_r$ 用コンデンサ 33) に接続する回数は一回である。また、各選択期間の最後の所定期間 T_S の間に、選択したそれぞれの走査電極をコンデンサに接続する回数も一回である。選択されたサブグループの各走査電極が電荷を受け取ったり、放出したりする状況は、APT の場合と変わらない。従って、MLA を採用した場合でも、電圧 V_r の出力端 27 や電圧 $-V_r$ の出力端 29 から走査電極に供給すべき電荷を減少することができる。また、走査電極から電圧 V_M の出力端 28 に放出する電荷も減少することができる。その結果、消費電力が低減する。また、選択されていないサブグループの電位は V_M 以外の電位になることがないので、表示品位も維持することができる。

20

【0083】

上記の説明において、電圧 V_r の出力端 27 が供給する電荷量や走査電極の電位等は、計算によって求めたものである。計算による確認だけでなく、実際に液晶表示装置を駆動することによって、電荷が有効に再利用されていることを確認した。以下、実施例を示す。

【0084】

〔実施例 1〕第一の実施の形態による駆動方法で液晶表示装置を駆動した。駆動対象の液晶表示装置として、320 本で一組となる信号電極を三組備え、また 240 本の走査電極を備える液晶セルを作成した。各信号電極の組は、それぞれ R (赤色)、G (緑色) および B (青色) に対応するものである。液晶セルの各画素の大きさは $0.10 \text{ mm} \times 0.30 \text{ mm}$ とした。また、比誘電率が 8.0 の液晶を用い、セルギャップが $6.0 \mu\text{m}$ となるように液晶セルを作成した。この液晶セルにおいて、一本の走査電極と各信号電極とが形成するコンデンサの静電容量 C_r は 0.34 nF であった。

30

【0085】

走査電極として、一端から他端までの抵抗が $4 \text{ k}\Omega$ の ITO 電極を用いた。この走査電極を用いた場合、一本の走査電極の時定数は $1.4 \mu\text{s}$ (マイクロ秒) と見積もられる。

【0086】

電源回路には、 V_r 用コンデンサおよび $-V_r$ 用コンデンサとして静電容量 C_0 が $1 \mu\text{F}$ (C_r の約 3000 倍) であるコンデンサを設けた。この電源回路から走査電極ドライバおよび信号電極ドライバに電圧を供給し、液晶セルを駆動した。ただし、APT を採用し、デューティ比を $1/176$ 、フレーム周波数を 60 Hz とした。また、各選択期間において最初と最後に設ける所定期間 T_S (SHARE をハイレベルにする期間) を $2.4 \mu\text{s}$ とした。この所定期間 T_S の長さは時定数の約 1.7 倍である。このとき電圧 V_r の出力端からの電流は $198 \mu\text{A}$ であった。

40

【0087】

〔比較例 1〕SHARE を常にローレベルとした点以外は実施例 1 と同様に液晶セルを駆動した。このとき電圧 V_r の出力端からの電流は $323 \mu\text{A}$ であり、実施例 1 の場合よりも増加した。

【0088】

〔実施例 2〕電源回路に設ける V_r 用コンデンサおよび $-V_r$ 用コンデンサの静電容量 C

50

C_0 を変化させた。そして、静電容量 C_0 の変化に伴う電流（電圧 V_r の出力端から流れる電流）の変化を確認した。液晶表示装置として、実施例 1 で用いた液晶セルと同じ液晶セルを使用した。また、実施例 1 と同様に APT を採用し、デューティ比を $1/176$ 、フレーム周波数を 60 Hz とした。

【0089】

$C_0 = 0.001\text{ }\mu\text{F}$ (C_r の約 3 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $300\text{ }\mu\text{A}$ であり、比較例に示す $323\text{ }\mu\text{A}$ と同程度であった。 $C_0 = 0.01\text{ }\mu\text{F}$ (C_r の約 30 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $230\text{ }\mu\text{A}$ であり、比較例に示す $323\text{ }\mu\text{A}$ より減少した。すなわち、供給すべき電荷量を減少させることができた。 $C_0 = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ (C_r の約 300 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $205\text{ }\mu\text{A}$ であり、供給すべき電荷量をさらに減少させることができた。実施例 1 と同様に $C_0 = 1\text{ }\mu\text{F}$ (C_r の約 3000 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $198\text{ }\mu\text{A}$ であり、供給すべき電荷量をさらに減少させることができた。

10

【0090】

〔実施例 3〕各選択期間において最初と最後に設ける所定期間 T_s (SHARE をハイレベルにする期間) を変化させた。そして、所定期間 T_s の変化に伴う電流（電圧 V_r の出力端から流れる電流）の変化を確認した。液晶表示装置として、実施例 1 で用いた液晶セルと同じ液晶セルを使用した。 V_r 用コンデンサおよび $-V_r$ 用コンデンサの静電容量 C_0 は、実施例 1 と同様に $1\text{ }\mu\text{F}$ とした。また、実施例 1 と同様に APT を採用し、デューティ比を $1/176$ 、フレーム周波数を 60 Hz とした。

20

【0091】

$T_s = 0.1\text{ }\mu\text{s}$ (時定数の約 0.07 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $323\text{ }\mu\text{A}$ であり、比較例に示す $323\text{ }\mu\text{A}$ と同程度であった。 $T_s = 0.6\text{ }\mu\text{s}$ (時定数の約 0.4 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $260\text{ }\mu\text{A}$ であり、比較例に示す $323\text{ }\mu\text{A}$ よりも減少した。実施例 1 と同様に $T_s = 2.4\text{ }\mu\text{s}$ (時定数の約 1.7 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $198\text{ }\mu\text{A}$ であり、供給すべき電荷量を減少させることができた。 $T_s = 9.5\text{ }\mu\text{s}$ (時定数の約 6.8 倍) とした場合、電圧 V_r の出力端から流れる電流は $194\text{ }\mu\text{A}$ であり、 $T_s = 2.4\text{ }\mu\text{s}$ の場合と同程度であった。

【0092】

なお、実施例 1～3 で使用した液晶セルは 320×240 画素の液晶セルであるが、他の液晶セルに本発明を適用できることはいうまでもない。例えば、一般に携帯電話機に用いられる液晶表示装置の画素数および画素のサイズはともに、実施例 1～3 で使用した液晶セルよりも小さい。本発明は、このような携帯電話機の液晶表示装置にも適用可能である。

30

【0093】

〔実施の形態 2〕次に、第二の実施の形態について説明する。第二の実施の形態は、IAPT を採用する。図 7 は、第二の実施の形態の駆動方法が適用される液晶表示装置の駆動装置の例を示すブロック図である。第一の実施の形態における装置と同様の装置は、図 1 と同じ符号で示し、説明を省略する。

40

【0094】

走査電極ドライバ 52 および信号電極ドライバ 53 は、それぞれ複数の電圧出力端子を有する。液晶セル 1 の個々の走査電極は、走査電極ドライバ 52 の個々の電圧出力端子と一対一に接続される。液晶セル 1 の個々の信号電極は、信号電極ドライバ 53 の個々の電圧出力端子と一対一に接続される。

【0095】

コントローラ 22 は、第一の実施の形態と同様に、走査電極ドライバ 52 に FLIM と FR と CL とを出力し、信号電極ドライバ 53 に FR と CL とを出力する。また、電源回路 51 に SHARE を出力する。なお、FR の切り替え周期（正極性駆動と負極性駆動の切り替え周期）は、選択期間以上である。

50

【0096】

電源回路51は、走査電極ドライバ52に電圧 V_5 、 V_4 、 V_1 、 V_0 を供給する。 V_5 配線65、 V_4 配線64、 V_1 配線61および V_0 配線60は、それぞれ電源回路51から走査電極ドライバ52に電圧 V_5 、 V_4 、 V_1 、 V_0 を供給するための配線である。また、電源回路51は、信号電極ドライバ53に電圧 V_5 、 V_3 、 V_2 、 V_0 を供給する。図7では、信号電極ドライバ53に電圧を供給するための配線を一本に簡略化して示した。電源回路51が出力する電圧 $V_0 \sim V_5$ は、 $V_0 < V_1 < V_2 < V_3 < V_4 < V_5$ かつ $V_5 - V_4 = V_1 - V_0 = V_4 - V_3 = V_2 - V_1$ が成立するように定められる。

【0097】

なお、電圧 V_5 は、正極性駆動時に選択された走査電極に印加され、また、負極性駆動時に点灯させる画素が存在する信号電極に印加される電圧である。電圧 V_4 は、負極性駆動時に選択されていない走査電極に印加される電圧である。電圧 V_3 は、負極性駆動時に点灯させる画素が存在しない信号電極に印加される電圧である。電圧 V_2 は、正極性駆動時に点灯させる画素が存在しない信号電極に印加される電圧である。電圧 V_1 は、正極性駆動時に選択されていない走査電極に印加される電圧である。電圧 V_0 は、負極性駆動時に選択された走査電極に印加され、また、正極性駆動時に点灯させる画素が存在する信号電極に印加される電圧である。電位 V_5 、 V_0 は、それぞれ第一の選択時電位および第二の選択時電位である。電位 V_1 、 V_4 は、それぞれ第一の非選択時電位および第二の非選択時電位である。

【0098】

図8は、電源回路51の例を示す説明図である。電源回路51は、各電圧毎に出力端70～75を備える。各電圧の出力端70～75には、それぞれ出力電圧を安定させるためのコンデンサ70_a～75_aが設けられる。また、電源回路51は、SHARE用コンデンサ77を備える。SHARE用コンデンサ77は、選択されていた走査電極から電荷を受け取って蓄積し、新たに選択する走査電極に電荷を供給するためのコンデンサ77である。すなわち、第一の実施の形態における V_r 用コンデンサ32や $-V_r$ 用コンデンサ33と同様の機能を果たす。

【0099】

SHARE用コンデンサの静電容量 C_0 は、一本の走査電極と各信号電極とが形成するコンデンサの静電容量 C_r の10倍以上であることが好ましい。さらに好ましくは100倍以上とする。 C_0 が C_r よりも十分大きいならば、時間が経過すると、SHARE用コンデンサ77のスイッチ側電極はほぼ一定の電位に収束する。この収束値は、後述するように $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ である。また、 C_0 が C_r よりも十分大きいと、 V_5 用スイッチ78や V_0 用スイッチ79によって V_5 配線65や V_0 配線60の接続先が切り替えられても、収束した電位はほとんど変化しない。以下の説明では、SHARE用コンデンサ77のスイッチ側電極の電位が $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ であるものとして説明する。

【0100】

電源回路51は、 V_5 配線65に対応する V_5 用スイッチ78と、 V_0 配線60に対応する V_0 用スイッチ79とを備える。電源回路51には、第一の実施の形態と同様に、 V_5 用スイッチ78および V_0 用スイッチ79の切り替えを制御する信号(SHARE)が入力される。そして、SHAREに応じて V_5 配線65および V_0 配線60の接続先を切り替える。ここでは、SHAREがハイレベルのときに、 V_5 用配線65と V_0 用配線60の出力先をそれぞれSHARE用コンデンサ77に切り替える場合を例に説明する。この場合、SHAREがローレベルになると、 V_5 用配線65と V_0 用配線60の出力先をそれぞれ電圧 V_5 の出力端75、電圧 V_0 の出力端70に切り替える。 V_4 配線64および V_1 配線61は、それぞれ電圧 V_4 の出力端74、電圧 V_1 の出力端71に接続される。

【0101】

また、電源回路51は、電圧 V_0 、 V_2 、 V_3 、 V_5 の出力端70、72、73、75に接続される各配線66、62、63、67によって信号電極ドライバ53に各電圧を供給

10

20

30

40

50

する。

【0102】

走査電極ドライバ52は、走査電極を選択しながら全ての走査電極を走査するように液晶セル1を駆動する。信号電極ドライバ53は、一本の走査電極の選択期間中、選択行の画素の表示データに応じて各信号電極の電位を設定する。正極性駆動時において信号電極ドライバ53は、選択行の画素のうち点灯させるべき画素が存在する信号電極の電位を V_0 に設定し、点灯させるべき画素が存在しない信号電極の電位を V_2 に設定する。負極性駆動時において信号電極ドライバ53は、選択行の画素のうち点灯させるべき画素が存在する信号電極の電位を V_5 に設定し、点灯させるべき画素が存在しない信号電極の電位を V_3 に設定する。

10

【0103】

図9は、走査電極ドライバ52の構成例を示す説明図である。走査電極ドライバ52は、 V_5 配線65に接続され電圧 V_5 が供給される第一の配線85と、 V_4 配線64に接続され電圧 V_4 が供給される第二の配線86と、 V_1 配線61に接続され電圧 V_1 が供給される第三の配線87と、 V_0 配線60に接続され電圧 V_0 が供給される第四の配線88とを備える。各走査電極は第一の配線85から第四の配線88のいずれかに接続される。走査電極が接続される配線が切り替えられると、その走査電極の電位も切り替えられる。接続の切り替えは、各走査電極と一対一に対応するスイッチ81～83等によって行う。スイッチ81～83は、それぞれ第一行から第三行の走査電極に接続される。図9では、第一行から第三行に対応するスイッチを示すが、走査電極ドライバ52は各行に対応するスイッチを備える。

20

【0104】

走査電極ドライバ52は、正極性駆動の場合、非選択行に対応するスイッチにより非選択行の走査電極を第三の配線87に接続し、非選択行の電位を V_1 に設定する。また、選択行に対応するスイッチにより選択行の走査電極を第一の配線85に接続する。一方、負極性駆動の場合、走査電極ドライバ52は、非選択行に対応するスイッチにより非選択行の走査電極を第二の配線86に接続し、非選択行の電位を V_4 に設定する。また、選択行に対応するスイッチにより選択行の走査電極を第四の配線88に接続する。なお、走査電極ドライバ52は、第一の実施の形態と同様に、C/Lの入力回数を示すカウンタに基づいて選択行を判断する。また、F/Rに基づいて、正極性駆動とすべきか負極性駆動とすべきかを判断する。

30

【0105】

図10は、駆動時にコントローラ22が信号を出力するタイミングと、その信号に応じた駆動波形の例を示す説明図である。ここでは、コントローラ22が正極性駆動を指示するときにF/Rをハイレベルにし、負極性駆動を指示するときにF/Rをローレベルにする場合を例に説明する。また、コントローラ22が1フレーム毎にF/Rのレベルを切り替える場合を例に説明する。走査電極ドライバ2は、FLMが入力されると、FLMに続いて入力されるC/Lに応じて選択する走査電極を順次切り替える。C/Lが入力されてから、次のC/Lが入力されるまでの期間 T_r が、一つの走査電極の選択期間である。

【0106】

正極性駆動の場合において、走査電極ドライバ52が第一行を選択していたとする。このときC/Lが入力されると、走査電極ドライバ52は第二行の走査電極を選択する。また、C/L入力時におけるF/Rによって引き続き正極性駆動を行うと判断する。従って、走査電極ドライバ52は、次にC/Lが入力されるまで、スイッチ82によって第二行の走査電極を第一の配線85に接続し、他の各スイッチによって非選択行の走査電極を第三の配線87に接続する。このとき、非選択行の走査電極は、第三の配線87および V_1 配線61を介して電圧 V_1 の出力端71に接続され、非選択行の走査電極の電位は V_1 に設定される。

40

【0107】

信号電極ドライバ8は、この選択期間中、第二行の表示データに応じて各信号電極の電位

50

を V_0 または V_2 に設定する。ここでは、電位 V_0 の信号電極の本数と電位 V_2 の信号電極の本数とが等しく、正極性駆動時における各信号電極の平均電位が一定になるものとする。

【0108】

コントローラ 22 は、CL を出力してから所定期間 T_s の間、SHARE をハイレベルにする。すると、電源回路 51 の V_5 用スイッチ 78 は V_5 配線 65 と SHARE 用コンデンサ 77 とを接続する。従って、第二行の走査電極は第一の配線 85 および V_5 配線 65 を介して SHARE 用コンデンサ 77 に接続される。その結果、第二行の走査電極は、SHARE 用コンデンサ 77 のスイッチ側電極と等電位 $((V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4)$ になる。SHARE 用コンデンサ 77 の静電容量 C_0 は C_r に比べて十分に大きいので、走査電極に電荷を供給しても SHARE 用コンデンサ 77 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

10

【0109】

所定期間 T_s の長さは、少なくとも一本の走査電極の時定数（各走査電極の抵抗 R と C_r との積）の $1/2$ 以上に設定する。このように T_s を定めることによって、電荷が SHARE 用コンデンサ 77 と走査電極との間を移動する時間を確保することができる。

【0110】

なお、SHARE がハイレベルの間、 V_0 用スイッチ 79 も V_0 配線 60 と SHARE 用コンデンサ 77 とを接続する。しかし、走査電極ドライバ 52 は正極性駆動時に走査電極を第四の配線 88 に接続しない。そのため、正極性駆動時には、 V_0 配線 60 および第四の配線 88 を介して走査電極に電荷を供給することはない。

20

【0111】

コントローラ 22 は、選択期間の開始から所定期間 T_s が経過すると、SHARE をローレベルにする。すると、電源回路 51 の V_5 用スイッチ 78 は V_5 配線 65 と電圧 V_5 の出力端 75 とを接続する。従って、第二行の走査電極は第一の配線 85 および V_5 配線 65 を介して電圧 V_5 の出力端 75 に接続され、第二行の走査電極の電位は V_5 になる。

【0112】

コントローラ 22 は、選択期間における最後の所定期間 T_s の間、再び SHARE をハイレベルにする。すると、電源回路 51 の V_5 用スイッチ 78 は V_5 配線 65 と SHARE 用コンデンサ 77 とを接続する。このとき、第二行の走査電極から SHARE 用コンデンサに電荷が移動し、第二行の走査電極は、SHARE 用コンデンサ 77 のスイッチ側電極と等電位 $((V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4)$ となる。SHARE 用コンデンサ 77 の静電容量 C_0 は C_r に比べて十分に大きいので、走査電極から電荷が移動しても SHARE 用コンデンサ 77 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

30

【0113】

コントローラ 22 は、次の選択期間の開始時に CL を出力する。走査電極ドライバ 2 は、この CL が入力されると、第三行のスイッチにより第三行の走査電極を第一の配線 85 に接続し、他の各スイッチにより他の走査電極を第四の配線 87 に接続する。この結果、第二行の走査電極は、第四の配線 87 および V_1 配線 61 を介して電圧 V_1 の出力端 71 に接続される。そして、第二行の走査電極の電位は $(V_5 + V_0 + V_4 + V_1) / 4$ から V_1 に変化する。

40

【0114】

また、他の行を選択する場合も、コントローラ 22 および電源回路 23 は第二行選択時と同様に動作する。この結果、各選択期間の最初の所定期間 T_s で SHARE 用コンデンサ 77 から選択行の走査電極に電荷を移動し、各選択期間の最後の所定期間 T_s で選択行の走査電極から SHARE 用コンデンサ 77 に電荷を移動する過程を繰り返す。各選択期間の最初の所定期間 T_s の間に、選択した走査電極をコンデンサ（SHARE 用コンデンサ 77）に接続する回数は一回である。また、各選択期間の最後の所定期間 T_s の間に、選択した走査電極をコンデンサに接続する回数も一回である。

【0115】

50

このような駆動方法によれば、新たに選択された走査電極は、まず SHARE用コンデンサ 77 に接続され、選択行の走査電極の電位は V_1 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ に変化する。このとき電圧 V_5 の出力端 75 から電荷は供給されない。続いて、選択行の走査電極が電圧 V_5 の出力端 75 に接続されると、電源回路 51 は電圧 V_5 の出力端 75 から $C_F \cdot (3 \cdot V_5 - V_1 - V_4 - V_0) / 4$ の電荷を供給し、選択行の走査電極の電位は V_5 になる。このように、選択行の電位を V_0 から V_5 まで上昇させるのではなく、 $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ から V_5 まで上昇させればよいので、電圧 V_5 の出力端 75 から供給すべき電荷は減少する。

【0116】

また、選択期間の最後に、選択行の走査電極は SHARE用コンデンサ 77 に接続され、選択行の走査電極の電位は V_5 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ に変化する。このとき電圧 V_1 の出力端に電荷を放出することはない。この走査電極は、次の選択期間の開始時に電圧 V_1 の出力端 71 に接続され、 $C_F \cdot (V_5 - 3 \cdot V_1 + V_4 + V_0) / 4$ の電荷を放出する。そして電位は V_1 に変化する。このように、電圧 V_1 の出力端 71 は、走査電極の電位を V_5 から V_0 に下降させるのではなく、 $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ から V_1 まで下降させればよい。従って、電圧 V_1 の出力端 71 に放出される電荷は減少する。

【0117】

ここでは、正極性駆動時を例に説明した。負極性駆動の場合であっても、電源回路 51 は正極性駆動時と同様に動作する。従って、選択期間の最初の所定期間 T_5 において、選択行の走査電極は SHARE用コンデンサ 77 に接続される。このとき、選択された走査電極から SHARE用コンデンサ 77 に電荷が移動し、選択された走査電極の電位は V_4 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ に変化する。さらに、SHAREがローレベルになると、選択行の走査電極は電圧 V_0 の出力端 70 に接続される。そして、その走査電極は電荷を放出し、選択行の走査電極の電位は V_0 になる。選択行の走査電極は、選択期間の最後の所定期間 T_5 に再び SHARE用コンデンサ 77 に接続され、選択行の走査電極の電位は V_0 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ に変化する。選択期間が切り替わると、それまで選択されていた走査電極は、電圧 V_4 の出力端 74 に接続される。そして、その走査電極には電荷が供給され、その走査電極の電位は V_4 になる。

【0118】

また、正極性駆動と負極性駆動とを切り替えるタイミングにおいても、SHARE用コンデンサ 77 の電荷を利用することができる。ここでは負極性駆動から正極性駆動に切り替えるタイミングを例に説明する。正極性駆動に切り替える直前の選択期間では、各信号電極の電位は V_3 または V_5 に設定されている。このときの各信号電極の平均電位は V_4 になっているものとする。また、次に選択される行（第一行）の走査電極の電位は V_4 に設定されている。従って、第一行の走査電極と各信号電極との間の電位差は 0 V とみなすことができる。次の選択期間では正極性駆動となるので、信号電極ドライバ 53 は各信号電極の電位を V_2 または V_0 に設定する。また、その選択期間において選択される第一行の走査電極は、SHARE用コンデンサ 77 に接続される。その結果、第一行の走査電極の電位は、各信号電極の電位（各信号電極の平均電位は V_1 とする。）よりも高い $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ になる。その後、電源回路 51 は、電圧 V_5 の出力端 75 から第一行の走査電極に電荷を供給し、電圧 V_2 、 V_0 の出力端 72、70 に接続される配線 62、66 を介して各信号電極に電荷を供給する。すると、第一行の走査電極の電位は V_5 に上昇し、各信号電極の電位は V_2 または V_0 （平均電位は V_1 ）のまま維持される。電圧 V_5 の出力端 75 は、第一行の走査電極と各信号電極との間の電位差が 0 V の状態から電荷を供給するのではなく、既に第一行の走査電極の電位が信号電極の電位よりも高くなった状態から電荷を供給すればよい。従って、電圧 V_5 の出力端 75 が供給すべき電荷は減少する。

【0119】

第二の実施の形態によれば、正極性駆動と負極性駆動とを切り替える場合だけでなく、各

10

20

30

40

50

選択期間においてSHARE用コンデンサ77の電荷を利用することができる。従って、各選択期間において消費電力を低減できる。また、非選択行の電位は V_1 または V_4 に保たれるので、表示品位が低下することもない。

【0120】

次に、SHARE用コンデンサ77のスイッチ側電極の電位の収束値について説明する。負極性駆動に切り替えずに、正極性駆動のみによって駆動したと仮定する。この場合、SHARE用コンデンサ77の電位（スイッチ側電極の電位）の収束値は、 $(V_5 + V_1) / 2$ となる。この収束値は、第一の実施の形態における V_r 用コンデンサの収束値を求める計算と同様の計算によって導くことができる。また、負極性駆動のみによって駆動したと仮定したときの収束値は、同様の計算によって、 $(V_4 + V_0) / 2$ と導くことができる。

10

【0121】

SHARE用コンデンサ77の静電容量 C_0 が小さければ、正極性駆動と負極性駆動とを一定周期で切り替える場合に、SHARE用コンデンサ77の電位は安定しないことになる。しかし、本発明では、 C_0 は C_r に比べて十分に大きくする。この場合、SHARE用コンデンサ77のスイッチ側電極の電位は、 $(V_5 + V_1) / 2$ と、 $(V_4 + V_0) / 2$ との平均値に収束する。従って、正極性駆動と負極性駆動とを一定周期で切り替える場合のSHARE用コンデンサ77の電位の収束値は、 $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 4$ となる。

【0122】

また、図8では、電源回路51が一つのSHARE用コンデンサ77を備える場合を示した。図11に示すように、二つのSHARE用コンデンサ178、179を備え、各コンデンサをそれぞれ V_5 用スイッチ78と V_0 用スイッチ79とに対応させてもよい。図11に示すコンデンサ178は、第一の選択時電位に対応するコンデンサであり、コンデンサ179は、第二の選択時電位に対応するコンデンサである。

20

【0123】

なお、第二の実施の形態の説明において、電圧 V_5 の出力端75が供給する電荷量や走査電極の電位等は、計算によって求めたものである。

【0124】

〔実施の形態3〕次に、第三の実施の形態について説明する。第三の実施の形態では、APTまたはMLAを採用する。まず、APTを採用する場合について説明する。APTを採用する場合、液晶表示装置の駆動装置は図1と同様のブロック図で表される。また、走査電極ドライバの構成は図8と同様に表される。ただし、第三の実施の形態では、電源回路の構成が第一の実施の形態とは異なる。また、第三の実施の形態において、コントローラ22は複数のビット（ここでは2ビットとする。）の信号としてSHAREを出力する。以下、2ビットのSHARE信号を、「SHARE(1:0)」と記す。コントローラ22は、SHARE(1:0)として、00b、01bまたは10bのいずれかを出力する。この「b」は二進数表示であることを示す符号である。

30

【0125】

図12は、第三の実施の形態における電源回路の例を示す説明図である。図2に示す電源回路23と同様の構成部については図2と同じ符号で示し、説明を省略する。第三の実施の形態における電源回路91は、電圧 V_r の出力端27に対応させて、第一の V_r 用コンデンサ92と、第二の V_r 用コンデンサ93とを備える。また、電圧 $-V_r$ の出力端29に対応させて、第一の $-V_r$ 用コンデンサ94と、第二の $-V_r$ 用コンデンサ95とを備える。 V_r 用コンデンサ92、93は、第一の選択時電位に対応するコンデンサである。 $-V_r$ 用コンデンサ94、95は、第二の選択時電位に対応するコンデンサである。

40

【0126】

V_r 用スイッチ80と $-V_r$ 用スイッチ81は、SHARE(1:0)に応じて、それぞれ V_r 配線24と $-V_r$ 配線26の接続先を切り替える。以下、SHARE(1:0)が00bである場合、 V_r 用スイッチ80と $-V_r$ 用スイッチ81は、配線の接続先をそれ

50

ぞれ第一の V_r 用コンデンサ92と第一の $-V_r$ 用コンデンサ94に切り替えるものとする。また、SHARE(1:0)が01bである場合、配線の接続先をそれぞれ第二の V_r 用コンデンサ93と第二の $-V_r$ 用コンデンサ95に切り替えるものとする。さらに、SHARE(1:0)が10bである場合、配線の接続先をそれぞれ電圧 V_r の出力端27と電圧 $-V_r$ の出力端29に切り替えるものとする。

【0127】

第一の V_r 用コンデンサ92、第二の V_r 用コンデンサ93、第一の $-V_r$ 用コンデンサ94および第二の $-V_r$ 用コンデンサ95の静電容量 C_0 は、一本の走査電極と各信号電極とが形成するコンデンサの静電容量 C_r の10倍以上であることが好ましい。さらに好ましくは100倍以上とする。 C_0 が C_r より十分に大きい場合、時間が経過すると各コンデンサ92~95のスイッチ側電極の電位はほぼ一定の値に収束する。後述するように、第一の V_r 用コンデンサ92、第二の V_r 用コンデンサ93、第一の $-V_r$ 用コンデンサ94および第二の $-V_r$ 用コンデンサ95のスイッチ側電極の電位の収束値は、それぞれ $V_r/3$ 、 $(2 \cdot V_r)/3$ 、 $-V_r/3$ および $-(2 \cdot V_r)/3$ である。

【0128】

図13は、コントローラ22がCLおよびSHARE(1:0)を出力するタイミングと、その信号に応じた駆動波形の例を示す説明図である。コントローラ22がFLMやFRを出力するタイミングは、図4と同様であるので省略した。また、図13ではFRがハイレベルであり、正極性駆動を行う場合を例に説明する。

【0129】

コントローラ22は、各選択期間の開始時(CL出力時)から所定期間 T_s の間、SHARE(1:0)を00bとし、その後の所定期間 T_s の間、SHARE(1:0)を01bとして出力する。その後、コントローラ22は、SHARE(1:0)を10bとして出力する。さらに、SHARE(1:0)を10bとしてから所定の期間 T_1 が経過すると、コントローラ22は、所定の期間 T_s の間、SHARE(1:0)を01bとして出力する。続いて、SHARE(1:0)を01bとしてから所定期間 T_s が経過すると、コントローラ22はSHARE(1:0)を00bとして出力する。SHARE(1:0)を00bとしてから所定期間 T_s が経過すると、CLを出力して新たな選択期間の開始を指示する。図13に示すように、コントローラ22は、CL出力前の所定期間 T_s からCL出力後の所定期間 T_s まで00bを出力し続ける。なお、所定の期間 T_1 は、選択期間 T_r から所定期間 T_s の4倍の期間を差し引いた期間である。

【0130】

コントローラ22は、このようにSHARE(1:0)を切り替えることによって、選択期間の最初の一定期間(所定期間 T_s の二倍の期間)の間に、選択行の走査電極を複数のコンデンサ(例えば、 V_r 用コンデンサ92、93)に順番に接続する。また、選択期間の最後の一定期間(所定期間 T_s の二倍の期間)の間に、選択行の走査電極を逆の順番で複数のコンデンサに接続する。

【0131】

走査電極ドライバ2は、FLMに続いて最初にCLが入力されると、第一行の走査電極を選択する。また、FRに基づいて、正極性駆動とすべきか負極性駆動とすべきかを判断する。本例では、走査電極ドライバ2は、正極性駆動であると判断して、第一行のスイッチにより第一行の走査電極を第一の配線14に接続する。また、非選択行に対応するスイッチにより非選択行の走査電極を第二の配線15に接続する。このとき、非選択行の走査電極は第二の配線15および V_M 配線25を介して電圧 V_M の出力端28に接続される。そして、非選択行の走査電極の電位は V_M に設定される。

【0132】

信号電極ドライバ3は、選択期間中、第一行の表示データに応じて各信号電極の電位を V_c または $-V_c$ に設定する。ここでは、電位 V_c の信号電極の本数と電位 $-V_c$ の信号電極の本数とが等しく、各信号電極の平均電位が一定になるものとする。

【0133】

10

20

30

40

50

コントローラ 22 は、CL を出力してから所定期間 T_S の間、SHARE (1 : 0) を 00b にする。すると、電源回路 91 の V_r 用スイッチ 30 は V_r 配線 24 と第一の V_r 用コンデンサ 92 とを接続する。従って、第一行の走査電極は第一の配線 14 および V_r 配線 24 を介して第一の V_r 用コンデンサ 92 に接続される。その結果、第一行の走査電極は、第一の V_r 用コンデンサ 92 のスイッチ側電極と等電位 ($V_r / 3$) となる。 C_0 は C_r に比べて十分に大きいので、走査電極に電荷を供給しても第一の V_r 用コンデンサ 92 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

【0134】

所定期間 T_S の長さは、第一の実施の形態と同様に、少なくとも一本の走査電極の時定数 (各走査電極の抵抗 R と C_r との積) の $1/2$ 以上に設定する。

10

【0135】

コントローラ 22 は、選択期間の開始から所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 01b にする。すると、電源回路 91 の V_r 用スイッチ 30 は V_r 配線 24 と第二の V_r 用コンデンサ 93 とを接続する。その結果、第一行の走査電極は、第二の V_r 用コンデンサ 93 のスイッチ側電極と等電位 ($(2 \cdot V_r) / 3$) となる。 C_0 は C_r に比べて十分に大きいので、走査電極に電荷を供給しても第二の V_r 用コンデンサ 93 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

【0136】

なお、 $-V_r$ 用スイッチ 31 は、SHARE (1 : 0) が 00b である間、 $-V_r$ 配線 26 と第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 とを接続し、SHARE (1 : 0) が 01b である間、 $-V_r$ 配線 26 と第二の $-V_r$ 用コンデンサ 95 とを接続する。しかし、走査電極ドライバ 2 は正極性駆動時に各走査電極を第三の配線 16 に接続しない。従って、正極性駆動時において、第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 および第二の $-V_r$ 用コンデンサ 95 が $-V_r$ 配線を介して走査電極との間で電荷を授受することはない。

20

【0137】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 10b にする。すると、 V_r 用スイッチ 30 は V_r 配線 24 と電圧 V_r の出力端 27 とを接続する。従って、第一行の走査電極は第一の配線 14 および V_r 配線 24 を介して電圧 V_r の出力端 27 に接続され、第一行の走査電極の電位は V_r になる。

30

【0138】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 10b に切り替えてから所定の期間 T_1 が経過すると、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替える。SHARE (1 : 0) が 01b になると、 V_r 用スイッチ 30 は再び V_r 配線 24 と第二の V_r 用コンデンサ 93 とを接続する。このとき、第一行の走査電極から第二の V_r 用コンデンサ 93 に電荷が移動し、第一行の走査電極の電位は $(2 \cdot V_r) / 3$ となる。なお、走査電極から電荷が移動しても第二の V_r 用コンデンサ 93 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

【0139】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 00b に切り替える。SHARE (1 : 0) が 00b になると、 V_r 用スイッチ 30 は V_r 配線 24 と第一の V_r 用コンデンサ 92 とを接続する。このとき、第一行の走査電極から第一の V_r 用コンデンサ 92 に電荷が移動し、第一行の走査電極の電位は $V_r / 3$ となる。なお、走査電極から電荷が移動しても第一の V_r 用コンデンサ 92 のスイッチ側電極の電位はほとんど変化しない。

40

【0140】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 00b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、CL を出力する。走査電極ドライバ 2 は、この CL が入力されると、第二行のスイッチにより第二行の走査電極を第一の配線 14 に接続する。また、他の各スイッチにより他の走査電極を第二の配線 15 に接続する。この結果、第一行の走査電極は、第二の配線 15 および V_M 配線 25 を介して電圧 V_M の出力端 28 に接続される。そして、第一

50

行の走査電極の電位は $V_r / 3$ から V_M に変化する。

【0141】

また、第二行以降を選択する場合も、コントローラ 22 および電源回路 91 は第一行選択時と同様の動作を繰り返す。すなわち、各選択期間の最初に、選択行の走査電極に対して、第一の V_r 用コンデンサ 92 と第二の V_r 用コンデンサ 93 から順番に電荷を供給する。そして、各選択期間の最後では、選択行の走査電極から、第二の V_r 用コンデンサ 93 と第一の V_r 用コンデンサ 92 に順番に電荷を移動する。

【0142】

このような駆動方法によれば、新たに選択された走査電極は、まず第一の V_r 用コンデンサ 92 に接続され、選択行の電位は V_M から $V_r / 3$ に変化する。続いて、第二の V_r 用コンデンサ 92 に接続され、選択行の電位は $V_r / 3$ から $(2 \cdot V_r) / 3$ に変化する。選択行の電位が V_M から $(2 \cdot V_r) / 3$ になるまでの間、電圧 V_r の出力端 27 は電荷を供給しない。続いて、選択行の走査電極が電圧 V_r の出力端 27 に接続されると、電源回路 91 は電圧 V_r の出力端 27 から $C_r \cdot V_r / 3$ の電荷を供給し、選択行の走査電極の電位は V_r になる。このように電位 $(2 \cdot V_r) / 3$ の選択行に $C_r \cdot V_r / 3$ の電荷を供給して電位を V_r にすればよく、選択行の電位が V_M であるときに $C_r \cdot V_r$ の電荷を供給して選択行の電位を V_r にする必要はない。従って、電圧 V_r の出力端 27 から供給すべき電荷は減少する。

【0143】

また、選択期間の最後において、選択行の走査電極はまず第二の V_r 用コンデンサ 93 に接続され、選択行の走査電極の電位は V_r から $(2 \cdot V_r) / 3$ に変化する。続いて、第一の V_r 用コンデンサ 92 に接続され、選択行の走査電極の電位は $(2 \cdot V_r) / 3$ から $V_r / 3$ に変化する。選択行の電位が V_r から $V_r / 3$ になるまでの間、選択行から電圧 V_M の出力端 28 に電荷を放出することはない。この走査電極は、次の選択期間の開始時に電圧 V_M の出力端 28 に接続され、 $C_r \cdot V_r / 3$ の電荷を放出する。そして、その走査電極の電位は V_M に変化する。このように電位 $V_r / 3$ の選択行から $C_r \cdot V_r / 3$ の電荷を放出して電位を V_M にすればよく、選択行の電位が V_r であるときに $C_r \cdot V_r$ の電荷を放出して選択行の電位を V_M にする必要はない。従って、電圧 V_M の出力端 28 に放出する電荷は減少する。

【0144】

ここでは、正極性駆動時を例に説明した。負極性駆動時における動作は、第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 および第二の $-V_r$ 用コンデンサ 95 と走査電極との間で電荷が移動する点以外は、正極性駆動時と同様である。すなわち、選択期間の最初の所定期間 T_s で、第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 が選択行の走査電極に電荷を供給し、選択行の電位を $-V_r / 3$ にする。続く所定期間 T_s では、第二の $-V_r$ 用コンデンサ 95 が選択行の走査電極に電荷を供給し、選択行の電位を $-(2 \cdot V_r) / 3$ にする。その後、 $-V_r$ 電圧の出力端 29 から選択行の走査電極に電荷を供給し、選択行の電位を $-V_r$ にする。その後の所定期間 T_s では、選択行の走査電極から第二の $-V_r$ 用コンデンサ 95 に電荷を移動させ、選択行の電位を $-(2 \cdot V_r) / 3$ にする。続く所定期間 T_s で、選択行の走査電極から第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 に電荷を移動させ、選択行の電位を $-V_r / 3$ にする。選択期間が切り替わると、それまで選択していた走査電極から電圧 V_M の出力端 28 に電荷を移動させ、電位を $-V_r / 3$ から V_M に変化させる。

【0145】

第三の実施の形態の駆動方法によれば、選択期間 T_r の最後に、選択している走査電極から複数のコンデンサに電荷を段階的に移動させる。そして、次に選択する走査電極に複数のコンデンサから電荷を段階的に供給する。従って、選択行切替時に、それまで選択していた走査電極から電圧 V_M の出力端 28 に放出する電荷量や、電圧 V_r の出力端 27 から次に選択する走査電極に供給する電荷量を減少させることができる。また、供給すべき電荷量や放出される電荷量は、正極性駆動から負極性駆動に切り替えるときだけでなく、各選択期間において少なくても済む。従って、液晶表示装置を駆動する際の消費電力を低減す

10

20

30

40

50

ることができる。また、非選択行の電位は V_M に保たれるので、非選択行の電位が変化して表示品位が低下することもない。

【0146】

次に、第一の V_r 用コンデンサ 92、第二の V_r 用コンデンサ 93、第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 および第二の $-V_r$ 用コンデンサ 95 のスイッチ側電極の電位の収束値について説明する。ここでは、正極性駆動時に用いられる第一の V_r 用コンデンサ 92 および第二の V_r 用コンデンサ 93 を例に説明する。SHARE (1:0) が 10b となっている期間中におけるある時点で、第一の V_r 用コンデンサ 92 のスイッチ側電極の電位が V_a であるとする。また、第二の V_r 用コンデンサ 93 のスイッチ側電極の電位が V_b であるとする。

10

【0147】

第一の V_r 用コンデンサ 92 に着目すると、第一の V_r 用コンデンサ 92 は、電位 V_M の走査電極に電荷を供給し、電位 V_b である走査電極から電荷を受け取るという過程を繰り返す。従って、第一の V_r 用コンデンサ 92 のスイッチ側電極の電位 V_a は、 $V_b / 2$ で安定する。この収束値 $V_b / 2$ は、第一の実施の形態における V_r 用コンデンサの収束値を求める計算と同様の計算によって導くことができる。

【0148】

同様に、第二の V_r 用コンデンサ 93 に着目すると、第二の V_r 用コンデンサ 93 は、電位 V_a の走査電極に電荷を供給し、電位 V_r である走査電極から電荷を受け取るという過程を繰り返す。従って、第二の V_r 用コンデンサ 93 のスイッチ側電極 V_b は、 $(V_a + V_r) / 2$ で安定する。

20

【0149】

このように、 V_b は V_a と V_r の中間電位であり、 V_a は V_b と $V_M (=0V)$ の中間電位である。従って、以下の式 8 の関係が成立する。

【0150】

$$V_r - V_b = V_b - V_a = V_b / 2 \quad (\text{式 8})$$

【0151】

式 8 を V_a 、 V_b について解くと、 $V_a = V_r / 3$ 、 $V_b = 2 \cdot V_r / 3$ となる。

【0152】

第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 および第二の $-V_r$ 用コンデンサ 95 のスイッチ側電極の電位も同様に、それぞれ $-V_r / 3$ 、 $-(2 \cdot V_r) / 3$ と導くことができる。

30

【0153】

次に、MLA を採用する場合について説明する。MLA を採用する場合、液晶表示装置の駆動装置は図 5 と同様のブロック図で表される。ただし、電源回路としては、図 12 に示す電源回路 91 を用いる。

【0154】

走査電極ドライバ 42 は、CL が入力されると、FR および ROW (1:0) に基づいて、選択するサブグループの各走査電極の電位を決定する。ここでは、サブグループ内の第一行および第三行の走査電極を V_r とし、第二行および第四行の走査電極を $-V_r$ にする場合を例に説明する。走査電極ドライバ 42 は、選択しないサブグループの走査電極を第二の配線 15 に接続し、その走査電極の電位を V_M にする。また、電極ドライバ 42 は、選択するサブグループの第一行および第三行に対応するスイッチにより、第一行および第三行の走査電極を第一の配線 14 に接続する。また、そのサブグループの第二行および第四行に対応するスイッチにより、第二行および第四行の走査電極を第三の配線 16 に接続する。

40

【0155】

コントローラ 41 は、CL を出力してから所定期間 T_s の間、SHARE (1:0) を 00b にする。すると、電源回路 91 の V_r 用スイッチ 30 は、 V_r 配線 24 と第一の V_r 用コンデンサ 92 とを接続する。 $-V_r$ 用スイッチ 31 は、 $-V_r$ 配線 26 と第一の $-V_r$ 用コンデンサ 94 とを接続する。その結果、選択したサブグループの第一行および第三

50

行の走査電極の電位は V_M から $V_r / 3$ に変化する。また、第二行および第四行の走査電極の電位は V_M から $-V_r / 3$ に変化する。

【0156】

コントローラ41は、選択期間の開始から所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 01b にする。すると、 V_r 用スイッチ30は、 V_r 配線24と第二の V_r 用コンデンサ93とを接続する。 $-V_r$ 用スイッチ31は、 $-V_r$ 配線26と第二の $-V_r$ 用コンデンサ95とを接続する。その結果、選択したサブグループの第一行および第三行の走査電極の電位は $V_r / 3$ から $(2 \cdot V_r) / 3$ に変化する。また、第二行および第四行の走査電極の電位は $-V_r / 3$ から $-(2 \cdot V_r) / 3$ に変化する。

【0157】

コントローラ41は、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 10b にする。すると、 V_r 用スイッチ30は、 V_r 配線24と電圧 V_r の出力端27とを接続する。 $-V_r$ 用スイッチ31は、 $-V_r$ 配線26と電圧 $-V_r$ の出力端29とを接続する。その結果、選択したサブグループの第一行および第三行の走査電極の電位は $(2 \cdot V_r) / 3$ から V_r に変化する。また、第二行および第四行の走査電極の電位は $-(2 \cdot V_r) / 3$ から $-V_r$ に変化する。

【0158】

コントローラ41は、SHARE (1 : 0) を 10b に切り替えてから所定の期間 T_1 が経過すると、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替える。すると、 V_r 用スイッチ30は、 V_r 配線24と第二の V_r 用コンデンサ93とを接続する。 $-V_r$ 用スイッチ31は、 $-V_r$ 配線26と第二の $-V_r$ 用コンデンサ95とを接続する。その結果、選択したサブグループの第一行および第三行の走査電極の電位は V_r から $(2 \cdot V_r) / 3$ に変化する。また、第二行および第四行の走査電極の電位は $-V_r$ から $-(2 \cdot V_r) / 3$ に変化する。

【0159】

コントローラ41は、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 00b に切り替える。すると、 V_r 用スイッチ30は、 V_r 配線24と第一の V_r 用コンデンサ92とを接続する。 $-V_r$ 用スイッチ31は、 $-V_r$ 配線26と第一の $-V_r$ 用コンデンサ94とを接続する。その結果、選択したサブグループの第一行および第三行の走査電極の電位は $(2 \cdot V_r) / 3$ から $V_r / 3$ に変化する。また、第二行および第四行の走査電極の電位は $-(2 \cdot V_r) / 3$ から $-V_r / 3$ に変化する。

【0160】

コントローラ41は、SHARE (1 : 0) を 00b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、CLを出力する。走査電極ドライバ2は、このCLが入力されると、それまで選択していたサブグループの走査電極を第二の配線14に接続する。その結果、それまで選択していたサブグループの走査電極の電位は V_M に変化する。

【0161】

このように、選択されたサブグループの各走査電極が電荷を受け取ったり、放出したりする状況は、APTの場合と変わらない。従って、MLAを採用した場合でも、電圧 V_r の出力端27や電圧 $-V_r$ の出力端29から走査電極に供給すべき電荷を減少することができる。また、走査電極から電圧 V_M の出力端28に放出する電荷も減少することができる。その結果、消費電力が低減する。また、選択されていないサブグループの電位は V_M 以外の電位になることがないので、表示品位も維持することができる。

【0162】

上記の説明において、電圧 V_r の出力端27が供給する電荷量や走査電極の電位等は、計算によって求めたものである。計算による確認だけでなく、実際に液晶表示装置を駆動することによって、電荷が有効に再利用されていることを確認した。以下、実施例を示す。

【0163】

10

20

30

40

50

【実施例４】実施例１と同じ液晶セルを第三の実施の形態による駆動方法で駆動した。この液晶セルにおいて一本の走査電極と各信号電極とが形成するコンデンサの静電容量 C_r は実施例１と同様に 0.34 nF である。一本の走査電極の時定数は $1.4\text{ }\mu\text{S}$ と見積もられる。 V_r 用コンデンサおよび $-V_r$ 用コンデンサとして静電容量 C_0 が $1\text{ }\mu\text{F}$ (C_r の約 3000 倍)であるコンデンサを設けた。また、 APT を採用し、デューティ比を $1/176$ 、フレーム周波数を 60 Hz として駆動するようにした。また、 $SHARE(1:0)$ として $00b$ や $01b$ を出力する所定期間 T_s を $2.4\text{ }\mu\text{S}$ とした。このとき電圧 V_r の出力端からの電流は $148\text{ }\mu\text{A}$ であった。

【0164】

【比較例２】 $SHARE(1:0)$ を常に $10b$ とした点以外は実施例４と同様に液晶表示装置を駆動した。このとき電圧 V_r の出力端からの電流は $323\text{ }\mu\text{A}$ であり、実施例４の場合よりも増加した。

【0165】

【実施の形態４】次に、第四の実施の形態について説明する。第四の実施の形態では、 $IAPT$ を採用する。第四の実施の形態における液晶表示装置の駆動装置は、第二の実施の形態と同様のブロック図（図７）で表される。また、走査電極ドライバの構成は図９と同様に表される。ただし、第四の実施の形態では、電源回路の構成が第二の実施の形態とは異なる。また、第四の実施の形態において、コントローラ２２は、第三の実施の形態と同様に、 $SHARE(1:0)$ として $00b$ 、 $01b$ または $10b$ のいずれかを出力する。ただし、正極性駆動時と負極性駆動時とは、 $SHARE(1:0)$ を切り替える順序を

【0166】

図１４は、第四の実施の形態における電源回路の例を示す説明図である。図８に示す電源回路５１と同様の構成部については図８と同じ符号で示し、説明を省略する。第四の実施の形態における電源回路１００は、複数の $SHARE$ 用コンデンサを備える。図１４では、第一の $SHARE$ 用コンデンサ１０１と、第二の $SHARE$ 用コンデンサ１０２とを備える場合を例に説明する。

【0167】

V_5 用スイッチ７８と V_0 用スイッチ７９は、 $SHARE(1:0)$ に応じて、それぞれ V_5 配線６５と V_0 配線６０の接続先を切り替える。以下、 $SHARE(1:0)$ が $00b$ である場合、 V_5 用スイッチ７８と V_0 用スイッチ７９は、配線の接続先をそれぞれ第一の $SHARE$ 用コンデンサ１０１に切り替えるものとする。また、 $SHARE(1:0)$ が $01b$ である場合、配線の接続先をそれぞれ第二の $SHARE$ 用コンデンサ１０２に切り替えるものとする。さらに、 $SHARE(1:0)$ が $10b$ である場合、配線の接続先をそれぞれ電圧 V_5 の出力端７５と電圧 V_0 の出力端７０に切り替えるものとする。

【0168】

第一の $SHARE$ 用コンデンサ１０１および第二の $SHARE$ 用コンデンサ１０２の静電容量 C_0 は、一本の走査電極と各信号電極とが形成するコンデンサの静電容量 C_r の 10 倍以上であることが好ましい。さらに好ましくは 100 倍以上とする。 C_0 が C_r より十分に大きい場合、時間が経過すると各 $SHARE$ 用コンデンサ１０１、１０２のスイッチ側電極の電位はほぼ一定の値に収束する。後述するように、第一の $SHARE$ 用コンデンサ１０１および第二の $SHARE$ 用コンデンサ１０２のスイッチ側電極の電位の収束値は、それぞれ $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0)/6$ と $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0)/3$ である。

【0169】

コントローラ２２は、正極性駆動時と負極性駆動時とは、 $SHARE(1:0)$ を切り替える順序を変化させる。正極性駆動を行う選択期間では、コントローラ２２は、各選択期間の開始時（ CL 出力時）から所定期間 T_s の間、 $SHARE(1:0)$ を $00b$ とし、その後の所定期間 T_s の間、 $SHARE(1:0)$ を $01b$ として出力する。その後、コントローラ２２は、 $SHARE(1:0)$ を $10b$ として出力する。さらに、 $SHARE(1:0)$ を $10b$ としてから所定の期間 T_1 が経過すると、コントローラ２２は、所定

10

20

30

40

50

の期間 T_S の間、SHARE (1 : 0) を 01b として出力する。続いて、SHARE (1 : 0) を 01b としてから所定期間 T_S が経過すると、コントローラ 22 は SHARE (1 : 0) を 00b として出力する。SHARE (1 : 0) を 00b としてから所定期間 T_S が経過すると、CL を出力して新たな選択期間の開始を指示する。コントローラ 22 は、CL 出力前の所定期間 T_S から CL 出力後の所定期間 T_S まで 00b を出力し続ける。なお、所定の期間 T_1 は、選択期間 T_r から所定期間 T_S の 4 倍の期間を差し引いた期間である。

【0170】

一方、負極性駆動を行う選択期間では、コントローラ 22 は、各選択期間の開始時 (CL 出力時) から所定時間 T_S の間、SHARE (1 : 0) を 01b とし、その後の所定期間 T_S の間、SHARE (1 : 0) を 00b として出力する。その後、コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 10b として出力する。さらに、SHARE (1 : 0) を 10b としてから所定の期間 T_1 が経過すると、コントローラ 22 は、所定の期間 T_S の間、SHARE (1 : 0) を 00b として出力する。続いて、SHARE (1 : 0) を 00b としてから所定期間 T_S が経過すると、コントローラ 22 は SHARE (1 : 0) を 01b として出力する。SHARE (1 : 0) を 01b としてから所定期間 T_S が経過すると、CL を出力して新たな選択期間の開始を指示する。コントローラ 22 は、CL 出力前の所定期間 T_S から CL 出力後の所定期間 T_S まで 01b を出力し続ける。

【0171】

コントローラ 22 は、このように SHARE (1 : 0) を切り替えることによって、選択期間の最初の一定期間 (所定期間 T_S の二倍の期間) の間に、選択行の走査電極を複数のコンデンサ (SHARE 用コンデンサ 101、102) に順番に接続する。また、選択期間の最後の一定期間 (所定期間 T_S の二倍の期間) の間に、選択行の走査電極をその複数のコンデンサに逆の順番で接続する。

【0172】

図 15 は、正極性駆動時にコントローラ 22 が CL および SHARE (1 : 0) を出力するタイミングと、その信号に応じた駆動波形の例を示す説明図である。コントローラ 22 が FLM や FR を出力するタイミングは、図 10 と同様であるので省略した。

【0173】

走査電極ドライバ 52 は、コントローラ 22 から CL が入力されると、選択行を切り替える。また、CL 入力時における FR によって引き続き正極性駆動を行うと判断する。そして、選択行のスイッチにより選択行の走査電極を第一の配線 85 に接続し、非選択行のスイッチにより非選択行の走査電極を第三の配線 87 に接続する。このとき、非選択行の走査電極は電圧 V_1 の出力端 71 に接続され、非選択行の走査電極の電位は V_1 に設定される。

【0174】

信号電極ドライバ 8 は、選択期間中、第一行の表示データに応じて各信号電極の電位を V_0 または V_2 に設定する。ここでは、電位 V_0 の信号電極の本数と電位 V_2 の信号電極の本数とが等しく、各信号電極の平均電位が一定になるものとする。

【0175】

コントローラ 22 は、CL を出力してから所定期間 T_S の間、SHARE (1 : 0) を 00b にする。すると、 V_5 用スイッチ 78 は V_5 配線 65 と第一の SHARE 用コンデンサ 101 とを接続する。従って、選択行の走査電極は第一の配線 85 および V_5 配線 65 を介して第一の SHARE 用コンデンサ 101 に接続される。その結果、選択行の走査電極は、第一の SHARE 用コンデンサ 101 のスイッチ側電極と等電位 ($(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$) となる。

【0176】

所定期間 T_S の長さは、第一の実施の形態と同様に、少なくとも一本の走査電極の時定数 (各走査電極の抵抗 R と C_r との積) の $1/2$ 以上に設定する。

【0177】

10

20

30

40

50

コントローラ 22 は、選択期間の開始から所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 01b にする。すると、 V_5 用スイッチ 78 は V_5 配線 65 と第二の SHARE 用コンデンサ 102 とを接続する。その結果、選択行の走査電極は、第二の SHARE 用コンデンサ 102 のスイッチ側電極と等電位 ($(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$) となる。

【0178】

なお、 V_0 用スイッチ 79 は、SHARE (1 : 0) が 00b である間、 V_0 配線 60 と第一の SHARE 用コンデンサ 101 とを接続し、SHARE (1 : 0) が 01b である間、 V_0 配線 60 と第二の SHARE 用コンデンサ 102 とを接続する。しかし、走査電極ドライバ 2 は正極性駆動時に走査電極を第四の配線 88 に接続しない。従って、正極性駆動時において、第一の SHARE 用コンデンサ 101 および第二の SHARE 用コンデンサ 102 が V_0 配線 60 を介して走査電極との間で電荷を授受することはない。

10

【0179】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 10b にする。すると、 V_5 用スイッチ 78 は V_5 配線 65 と電圧 V_5 の出力端 75 とを接続する。従って、選択行の走査電極は第一の配線 85 および V_5 配線 65 を介して電圧 V_5 の出力端 75 に接続され、選択行の走査電極の電位は V_5 になる。

【0180】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 10b に切り替えてから所定の期間 T_1 が経過すると、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替える。SHARE (1 : 0) が 01b になると、 V_5 用スイッチ 78 は再び V_5 配線 65 と第二の SHARE 用コンデンサ 102 とを接続する。このとき、選択行の走査電極から第二の SHARE 用コンデンサ 102 に電荷が移動し、選択行の走査電極の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ となる。

20

【0181】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 01b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、SHARE (1 : 0) を 00b に切り替える。SHARE (1 : 0) が 00b になると、 V_5 用スイッチ 78 は V_5 配線 65 と第一の SHARE 用コンデンサ 101 とを接続する。このとき、選択行の走査電極から第一の SHARE 用コンデンサ 101 に電荷が移動し、選択行の走査電極の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ となる。

【0182】

コントローラ 22 は、SHARE (1 : 0) を 00b に切り替えてから所定期間 T_S が経過すると、CL を出力する。走査電極ドライバ 52 は、この CL が入力されると、新たに選択する走査電極を第一の配線 85 に接続し、他の走査電極を第三の配線 87 に接続する。この結果、それまで選択していた走査電極は電圧 V_1 の出力端 71 に接続され、その走査電極の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ から V_1 に変化する。

30

【0183】

また、他の行を選択する場合にも、コントローラ 22 および電源回路 100 は同様の動作を繰り返す。すなわち、各選択期間の最初に、選択行の走査電極に対して、第一の SHARE 用コンデンサ 101 と第二の SHARE 用コンデンサ 102 から順番に電荷を供給する。そして、各選択期間の最後では、選択行の走査電極から、第二の SHARE 用コンデンサ 102 と第一の SHARE 用コンデンサ 101 に順番に電荷を移動する。

40

【0184】

このような駆動方法によれば、新たに選択された走査電極は、まず第一の SHARE 用コンデンサ 101 に接続され、選択行の走査電極の電位は V_1 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ に変化する。続いて、第二の SHARE 用コンデンサ 102 に接続され、選択行の走査電極の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ に変化する。選択行の走査電極の電位が V_1 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ に変化するまでの間、電圧 V_5 の出力端 75 から電荷は供給されない。次に、選択行の走査電極が V_5 配線 65 等を介して電圧 V_5 の出力端 75 に接続されると、電源回路 100 は電圧 V_5 の出力端 75 から $C_r \cdot (2 \cdot V_5 - V_4 - V_1 - V_0) / 3$ の電荷を供給し、選

50

択行の走査電極の電位は V_5 になる。このように、選択行の電位を V_0 から V_5 まで上昇させるのではなく、 $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ から V_5 まで上昇させればよいので、電圧 V_5 の出力端 75 から供給すべき電荷は減少する。

【0185】

また、選択行の電位を V_1 に下降させる場合、選択行の走査電極は、まず第二の SHARE 用コンデンサ 102 に接続され、選択行の走査電極の電位は V_5 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ に変化する。続いて、第一の SHARE 用コンデンサ 101 に接続され、選択行の走査電極の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ に変化する。選択行の走査電極の電位が V_5 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ に変化するまでの間、走査電極から電圧 V_1 の出力端 71 に電荷は放出されない。この走査電極は、次の選択期間の開始時に V_1 配線 61 等を介して電圧 V_1 の出力端 71 に接続される。すると、この走査電極は、電圧 V_1 の出力端 71 に $C_r \cdot (V_5 + V_4 - 5 \cdot V_1 + V_0) / 6$ の電荷を放出して、走査電極の電位は V_1 に変化する。このように、電圧 V_1 の出力端 71 は、走査電極の電位を V_5 から V_1 に下降させるのではなく、 $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ から V_1 まで下降させればよい。従って、電圧 V_1 の出力端 71 に放出される電荷は減少する。

【0186】

ここでは、正極性駆動時を例に説明した。負極性駆動の場合であっても、電源回路 100 は正極性駆動時と同様に動作する。図 16 は、負極性駆動時にコントローラ 22 が C/L および SHARE (1:0) を出力するタイミングと、その信号に応じた駆動波形の例を示す説明図である。

【0187】

負極性駆動の場合、コントローラ 22 は、選択期間の最初の所定期間 T_5 において、SHARE (1:0) を 01b とする。このとき、選択行の走査電極は、 V_0 配線 60 等を介して第二の SHARE 用コンデンサ 102 に接続される。すると、選択行の走査電極から第二の SHARE 用コンデンサ 102 に電荷が移動し、選択行の電位は V_4 から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ に変化する。SHARE (1:0) が 00b になると、選択行の走査電極は、第一の SHARE 用コンデンサ 101 に接続される。すると、選択行の走査電極から第一の SHARE 用コンデンサ 101 に電荷が移動し、選択行の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ から $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ に変化する。続いて SHARE (1:0) が 10b になると、選択行の走査電極は、 V_0 配線 60 等を介して電圧 V_0 の出力端に接続され電荷を放出する。そして、選択行の走査電極の電位は V_0 になる。

【0188】

SHARE (1:0) が再び 00b になると、選択行の走査電極は第一の SHARE 用コンデンサ 101 に接続され、選択行の走査電極の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ になる。続いて SHARE (1:0) が 01b になると、選択行の走査電極は第二の SHARE 用コンデンサ 102 に接続され、選択行の走査電極の電位は $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ になる。次の C/L が出力され選択行が切り替えられると、それまで選択されていた行は V_4 配線 64 等を介して電圧 V_4 の出力端 74 に接続される。このとき電圧 V_4 の出力端 74 は、それまで選択されていた走査電極に電荷を供給し、走査電極の電位を $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ から V_4 に上昇させる。

【0189】

また、正極性駆動と負極性駆動とを切り替えるタイミングにおいても、SHARE 用コンデンサ 101、102 の電荷を利用することができる。例えば、第二の実施の形態と同様に、電圧 V_5 の出力端 75 は、負極性駆動から正極性駆動に切り替えるタイミングで、第一行の走査電極と各信号電極の電位差が 0V の状態から電荷を供給する必要はない。電圧 V_5 の出力端 75 は、第一の SHARE 用コンデンサ 101 および第二の SHARE 用コンデンサ 102 によって第一行の走査電極の電位が各信号電極の電位よりも高くなってから電荷を供給すればよい。従って、供給すべき電荷は少なくて済む。

【0190】

10

20

30

40

50

第四の実施の形態の駆動方法によれば、選択期間 T_r の最後に、選択行と複数のコンデンサとの間で電荷を段階的に移動させる。そして、次に選択する走査電極と複数のコンデンサとの間で電荷を段階的に逆方向に移動させる。よって、選択行切替時に、各電圧の出力端に放出する電荷量や、各電圧の出力端から供給する電荷量を減少させることができる。従って、液晶表示装置を駆動する際の消費電力を低減することができる。また、正極性駆動と負極性駆動とを切り替えるときだけでなく、各選択期間において消費電力を低減できる。また、非選択行の電位は V_1 または V_4 に保たれるので、非選択行の電位が変化して表示品位が低下することもない。

【0191】

次に、第一のSHARE用コンデンサ101および第二のSHARE用コンデンサ102のスイッチ側電極の電位の収束値について説明する。負極性駆動に切り替えずに、正極性駆動のみによって駆動したと仮定する。この場合、第一のSHARE用コンデンサ101および第二のSHARE用コンデンサ102のスイッチ側電極の電位は、それぞれ $(V_5 + V_1) / 3$ 、 $2 \cdot (V_5 + V_1) / 3$ となる。この収束値は、第三の実施の形態で示した収束値と同様の方法で導くことができる。また、負極性駆動のみによって駆動したと仮定する。第一のSHARE用コンデンサ101および第二のSHARE用コンデンサ102のスイッチ側電極の電位は、同様の計算によって、それぞれ $(V_4 + V_0) / 3$ 、 $2 \cdot (V_4 + V_0) / 3$ となる。

【0192】

各SHARE用コンデンサ101、102の静電容量 C_0 が小さければ、正極性駆動と負極性駆動とを一定周期で切り替える場合に、SHARE用コンデンサの電位は安定しないことになる。しかし、本発明では、 C_0 は C_r に比べて十分に大きくする。この場合、第一のSHARE用コンデンサ101のスイッチ側電極の電位は、 $(V_5 + V_1) / 3$ と、 $(V_4 + V_0) / 3$ との平均値に収束する。また、第二のSHARE用コンデンサ102のスイッチ側電極の電位は、 $2 \cdot (V_5 + V_1) / 3$ と、 $2 \cdot (V_4 + V_0) / 3$ との平均値に収束する。従って、第一のSHARE用コンデンサ101および第二のSHARE用コンデンサ102のスイッチ側電極の電位は、それぞれ $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 6$ 、 $(V_5 + V_1 + V_4 + V_0) / 3$ に収束する。

【0193】

また、図14では、電源回路100が二つのSHARE用コンデンサ101、102を構成する場合を示した。電源回路100は、正極性駆動時に用いる複数のSHARE用コンデンサの組み合わせと、負極性駆動時に用いる複数のSHARE用コンデンサの組み合わせとを別個に備えていてもよい。

【0194】

なお、第四の実施の形態の説明において、電圧 V_5 の出力端75が供給する電荷量や走査電極の電位等は、計算によって求めたものである。

【0195】

また、第三の実施の形態と第四の実施の形態では、選択行の電位を変化させるときに、二つのコンデンサを用いて段階的に変化させる場合を示した。選択行の電位を段階的に変化させるためのコンデンサの数は、三個以上であってもよい。例えば、第三の実施の形態では、図12に示す V_r 用スイッチ80と $-V_r$ 用スイッチ81にそれぞれ三個以上のコンデンサを対応させてもよい。また、例えば、第四の実施の形態では、SHARE用コンデンサを三個以上設けてもよい。この場合、コンデンサの数に応じてスイッチの切替先が増える。SHAREのビット数は、スイッチの切替先の数を表すことができるビット数として定めればよい。

【0196】

各実施の形態で使用する走査電極ドライバおよび信号電極ドライバは、ICによって実現してもよい。走査電極ドライバおよび信号電極ドライバをICによって実現するか否かは、静電容量 C_0 や所定期間 T_s の定め方に影響しない。すなわち、ICを用いたとしても、コンデンサの静電容量 C_0 は C_r の10倍以上とすることが好ましく、さらには100

10

20

30

40

50

倍以上とすることが好ましい。また、所定期間 T_S は、一本の走査電極の時定数の $1/2$ 以上とする。

【0197】

【発明の効果】

本発明によれば、正極性駆動を維持したり負極性駆動を維持する間であっても、選択行を切り替えるときに供給すべき電荷や放出される電荷を減少させることができる。また、選択していない走査電極の電位が非選択時電位以外の電位になることがない。従って、表示品位を低下させずに電荷の再利用効率を高め、消費電力をより低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 APTを採用する駆動装置の例を示すブロック図。

10

【図2】 電源回路の例を示す説明図。

【図3】 走査電極ドライバの構成例を示す説明図。

【図4】 信号出力タイミングおよび駆動波形の例を示す説明図。

【図5】 MLAを採用する駆動装置の例を示すブロック図。

【図6】 選択行列の例を示す説明図。

【図7】 IAPTを採用する駆動装置の例を示すブロック図。

【図8】 電源回路の例を示す説明図。

【図9】 走査電極ドライバの構成例を示す説明図。

【図10】 信号出力タイミングおよび駆動波形の例を示す説明図。

20

【図11】 電源回路の例を示す説明図。

【図12】 電源回路の例を示す説明図。

【図13】 信号出力タイミングおよび駆動波形の例を示す説明図。

【図14】 電源回路の例を示す説明図。

【図15】 信号出力タイミングおよび駆動波形の例を示す説明図。

【図16】 信号出力タイミングおよび駆動波形の例を示す説明図。

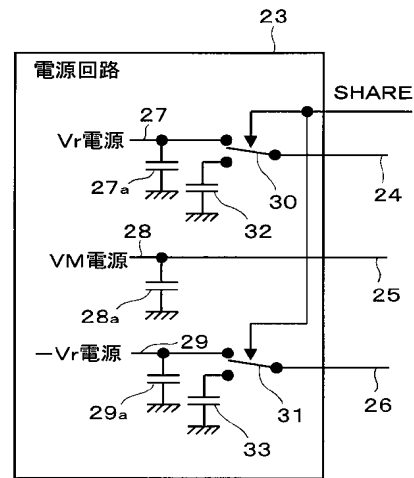
【図17】 従来の駆動波形の例を示す説明図。

【符号の説明】

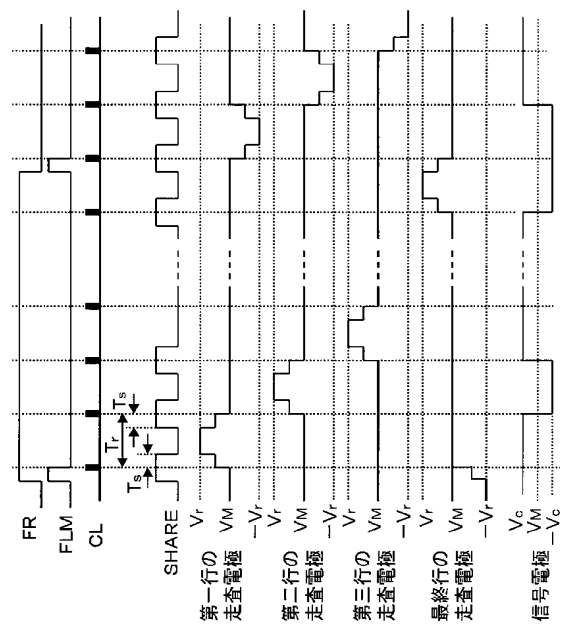
- 1 液晶セル
- 2 走査電極ドライバ
- 3 信号電極ドライバ
- 22 コントローラ
- 23 電源回路
- 24 V_r 配線
- 25 V_M 配線
- 26 $-V_r$ 配線
- 30 V_r 用スイッチ
- 31 $-V_r$ 用スイッチ
- 32 V_r 用コンデンサ
- 33 $-V_r$ 用コンデンサ

30

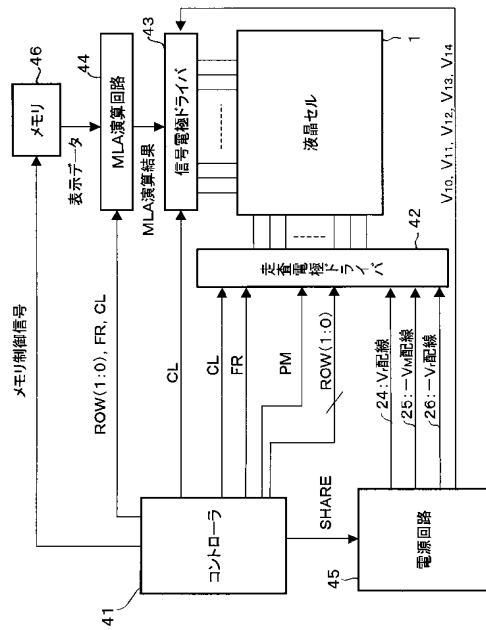
【圖 2】



【 図 4 】



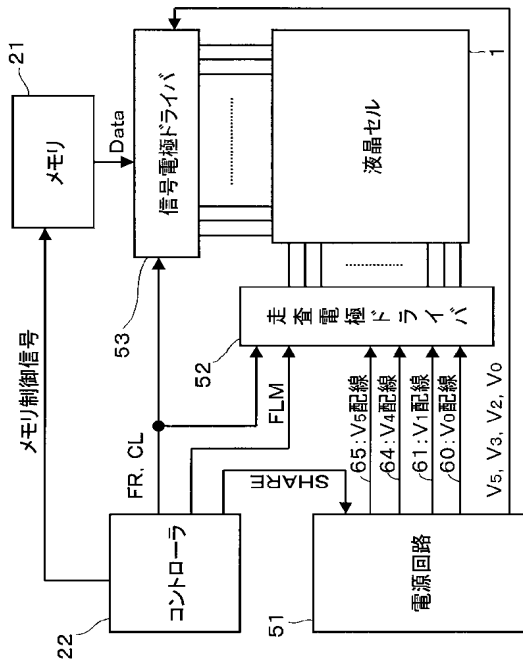
【図5】



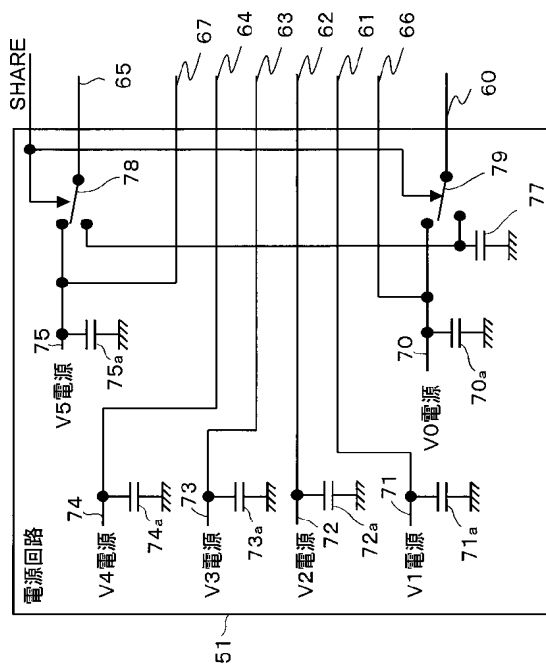
【図6】

1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1

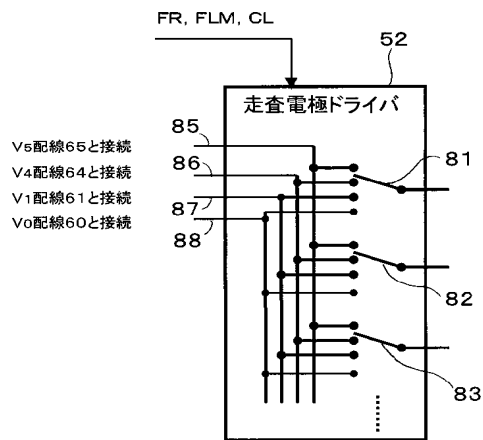
【図7】



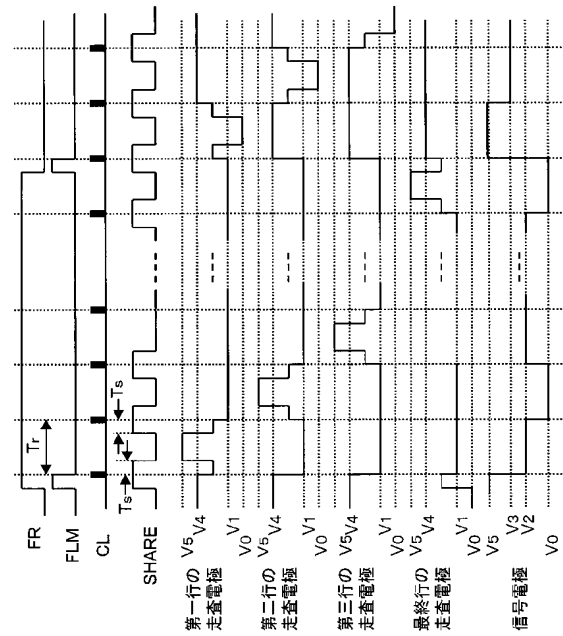
【図8】



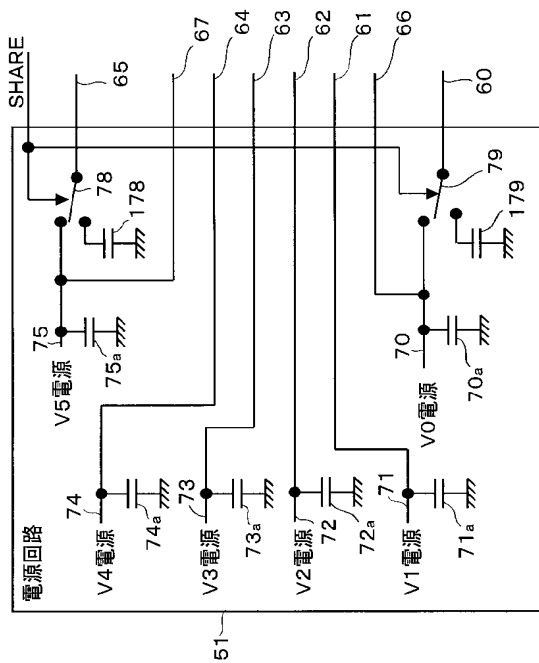
【図 9】



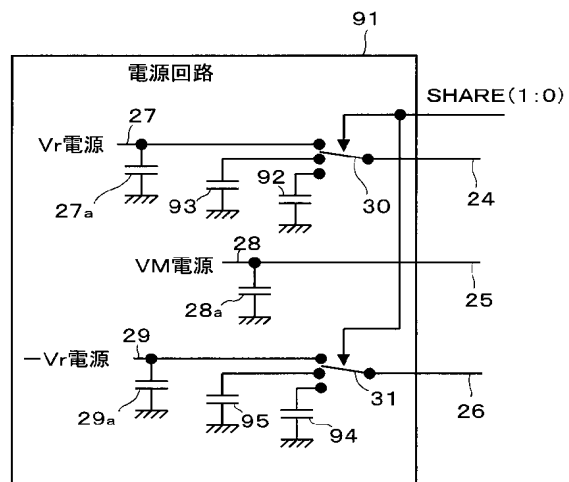
【図 10】



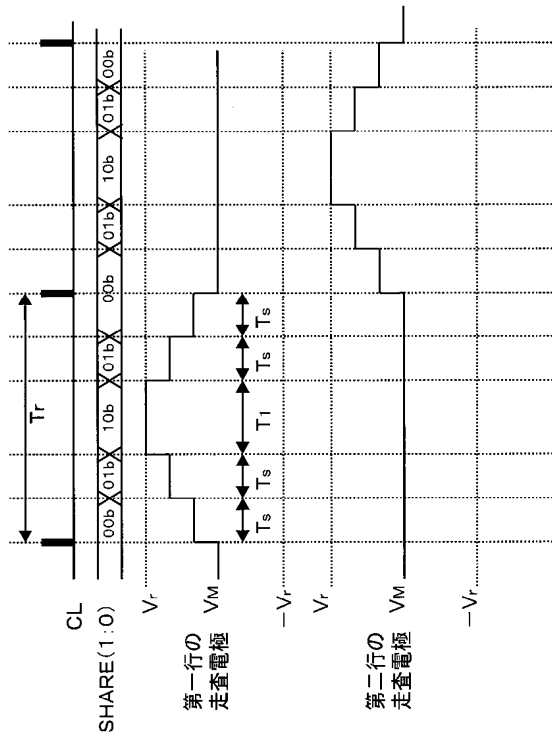
【図 11】



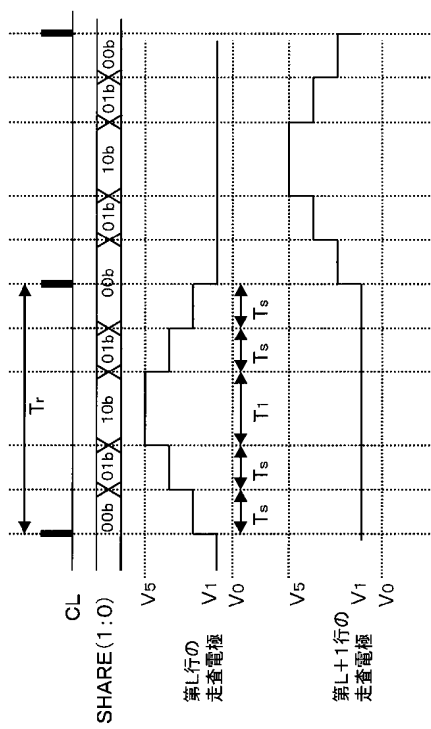
【図 12】



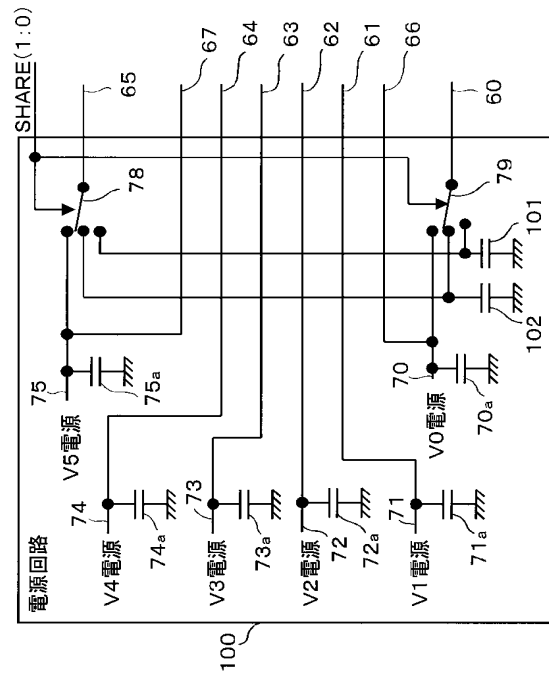
【図 13】



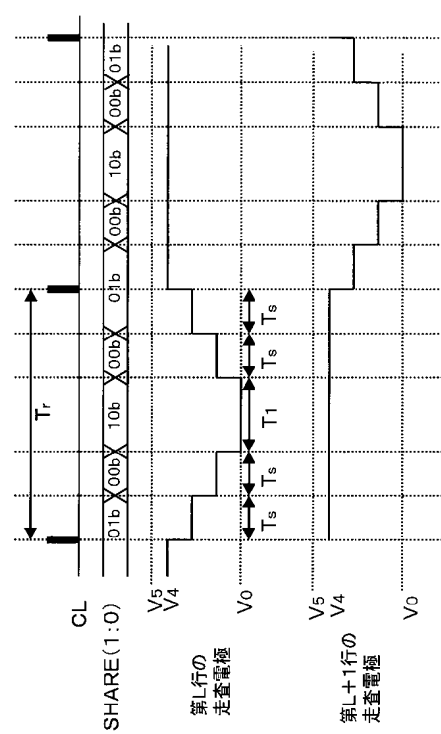
【図 15】



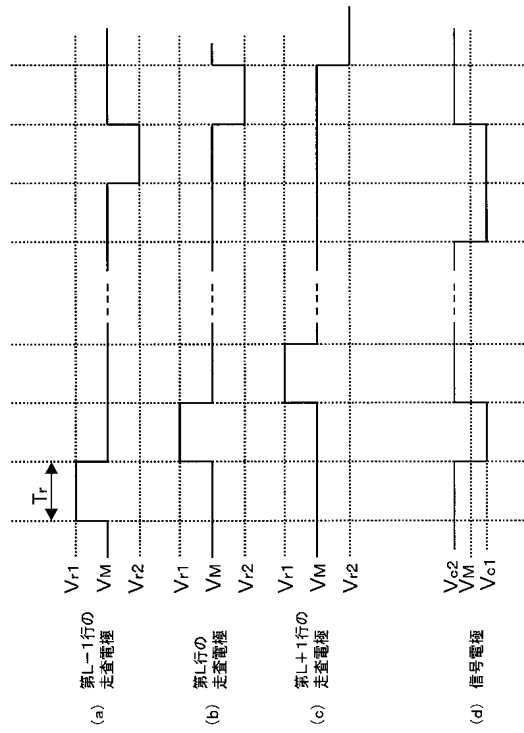
【図 14】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

G 0 9 G 3/20 6 2 2 C
G 0 9 G 3/20 6 2 2 G
G 0 9 G 3/20 6 2 2 Q

F ターム(参考) 2H093 NA18 NC04 NC18 NC16 NC90 ND04 ND39 ND42 ND49 NF04
5C006 AA16 AA22 AC02 AC18 AC22 AF01 AF42 AF71 BB12 BC08
BF02 BF24 BF27 BF29 BF37 BF42 EB05 FA16 FA47
5C080 AA10 BB05 CC03 DD25 DD26 FF12 GG12 JJ02 JJ03 JJ04
JJ05 KK07